

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)**

С. А. Чудинов

**ТЕХНОЛОГИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ
ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Учебное пособие

**Екатеринбург
2020**

УДК 528.48 (075.8)

ББК 26.1я73

Ч84

Рецензенты:

кафедра проектирования и эксплуатации автомобилей ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС)», канд. техн. наук Цариков А. А.;

Дмитриев В. Н., д-р техн. наук, профессор, генеральный директор ООО «Уральский дорожный научно-исследовательский центр»

Чудинов, С. А.

Ч84

Технология аэрофотосъемки при изысканиях автомобильных дорог : учебное пособие / С. А. Чудинов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 106 с.

ISBN 978-5-94984-764-0

Учебное пособие включает описание технологии аэрофотосъемки, устройства современных беспилотных летательных аппаратов и их функциональных возможностей при проведении изыскательских работ автомобильных дорог.

Предназначено для обучающихся направлений 08.03.01 и 08.04.01 «Строительство», 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей», 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств». Материалы учебного пособия могут использоваться обучающимися и преподавателями на практических занятиях и при организации самостоятельной работы в виде дополнительных заданий. В пособие включены примеры производственной деятельности ООО «Уральский дорожный научно-исследовательский центр» по проведению инженерно-геодезических изысканий.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 528.48 (075.8)

ББК 26.1я73

ISBN 978-5-94984-764-0

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2020

© Чудинов С. А., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Технология проведения работ по аэрофотосъемке местности с помощью беспилотных летательных аппаратов	7
1. Состав исходных данных для проведения работ	7
2. Порядок проведения работ	8
2.1. Получение технического задания заказчика	9
2.2. Получение выписок координат пунктов государственной геодезической сети	9
2.3. Рекогносцировочное обследование участка работ	10
2.4. Выполнение знаков опознавания на местности, координирование их центров. Проведение геодезической съемки участка улично-дорожной сети (при необходимости)	10
2.5. Получение разрешения на производство полетов и видеосъемки	11
3. Нормативные документы, регламентирующие планирование и выполнение полетов	11
4. Организация использования воздушного пространства при полетах БВС	12
4.1. Установление временного режима	13
4.2. Установление местного режима	13
4.3. План полета БВС	15
4.4. Управление полетами БВС	18
4.5. Осуществление деятельности по использованию воздушного пространства	18
4.6. Особенности выполнения полетов БВС в районе аэродрома	19
4.7. Список и контактная информация центров ОВД, предоставляющих разрешение на использование воздушного пространства при полетах БВС в границах Екатеринбургского зонального центра...	21
5. Выполнение аэрофотосъёмки	24
6. Обработка полученных в результате аэрофотосъёмки фотоснимков	26

7. Обработка полученных в результате аэрофото- съемки фотоснимков	28
8. Решение прикладных задач с помощью ортофотопланов участков улично-дорожной сети....	29
8.1. Определение конфликтных точек путем изуче- ния видео-фотоматериалов аэрофотосъемки.....	29
8.2. Определение интенсивности движения автомо- билей в часы «пик» по пересекаемым направлениям на участке улично-дорожной сети.....	30
8.3. Разработка вариантов оптимизации движения транспорта на исследуемом участке улично- дорожной сети.....	32
8.4. Анализ схем развития региональной дорожной сети с использованием беспилотных летательных аппаратов.....	33
8.5. Моделирование транспортных потоков в среде программного комплекса PTV Vision Visum и PTV Vision Vissim.....	38
Глава 2. Описание устройства и основные функциональные возможности современных беспилотных летательных аппаратов на примере БПЛА DJI Phantom 4	48
1. Подготовка коптера	49
2. Особенности полетного контроллера, системы визуального позиционирования и интеллектуальной бортовой батареи.....	54
2.1. Полетный контроллер.....	54
2.2. Полетные режимы.....	54
2.3. Индикатор статуса полета.....	55
2.4. Возврат домой (Return-to-Home RTH).....	56
2.5. Полёт нажатием / TapFly	61
2.6. ActiveTrack.....	64
2.7. Система обнаружения препятствий и визуального позиционирования	66
2.8. Ассистент торможения системы обнаружения препятствий.....	68
2.9. Самописец полета (Flight Recorder).....	70
3. Установка и снятие пропеллеров.....	70
4. Аккумулятор (DJI Intelligent Flight Battery).....	71

5. Пульт дистанционного управления.....	77
5.1. Описание пульта дистанционного управления (ДУ).....	77
5.2. Использование пульта ДУ.....	77
6. Камера и подвес (Camera and Gimbal).....	85
7. Приложение DJI GO.....	85
8. Полет. Безопасность и ограничения во время полетов	92
Заключение	102
Библиографический список.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных разделов курсов «Инженерное обеспечение строительства дорог», «Геоинформационные системы в строительстве», «Геодезическое сопровождение строительных процессов» является изучение современных приборов и технологий по проведению инженерно-геодезических изысканий и геодезическому сопровождению производства строительномонтажных работ. Данное учебное пособие преследует цель научить обучающихся пользоваться современным геодезическим оборудованием в технологиях изысканий и дорожного строительства.

Особое внимание в работе уделено изучению устройства современных геодезических приборов и их функциональных возможностей при проведении изыскательских работ и геодезическому сопровождению строительства автомобильных дорог.

Первая глава учебного пособия посвящена технологии проведения работ по аэрофотосъемке местности с помощью беспилотных летательных аппаратов. В данной главе изложены все этапы проведения работ по аэрофотосъемке местности, начиная от сбора исходных данных для проведения полевых инженерно-геодезических работ, получение разрешения на производство полетов и видеосъемки, и заканчивая разработкой ортофотопланов местности, а также решение прикладных задач с помощью ортофотопланов участков улично-дорожной сети.

Во второй главе представлено описание устройства и основные функциональные возможности современных беспилотных летательных аппаратов на примере БПЛА DGI Phantom 4.

Глава 1

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО АЭРОФОТОСЪЕМКЕ МЕСТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

1. Состав исходных данных для проведения работ

В состав исходных данных для проведения полевых инженерно-геодезических работ с использованием БПЛА входят следующие документы:

- 1) техническое задание;
- 2) выписки координат пунктов государственной геодезической сети;
- 3) материалы рекогносцировочного обследования участка работ;
- 4) полетное задание для БПЛА;
- 5) разрешение на проведение полетов.

В состав исходных данных для проведения камеральных инженерно-геодезических работ с использованием БПЛА входят следующие документы:

- 1) ортофотопланы исследуемого участка работ в системе координат, определенной техническим заданием;
- 2) схема участка работ в векторном формате, разработанная на основе ортофотопланов;
- 3) иные материалы в зависимости от задач, решаемых в процессе проектирования, например:

– видеофотоматериалы аэрофотосъемки для определения конфликтных точек транспортных потоков на участке улично-дорожной сети;

– значения максимальной интенсивности движения автомобилей в часы «пик» по пересекаемым направлениям на участке улично-дорожной сети;

– варианты оптимизации движения транспорта на исследуемом участке улично-дорожной сети.

2. Порядок проведения работ

Для проведения полевых инженерно-геодезических работ с использованием БПЛА следует руководствоваться следующим порядком.

1. Получение технического задания заказчика.
2. Получение выписок координат пунктов государственной геодезической сети.
3. Рекогносцировочное обследование участка работ.
4. Выполнение знаков опознавания на местности, координирование их центров. Проведение геодезической съемки участка улично-дорожной сети (при необходимости).
5. Составление полетного задания с учетом условий.
 - местоположения и размеров участка автомобильной дороги или транспортного узла.
 - безопасной эксплуатации БПЛА на всех участках траектории полета.
 - определения эффективных ракурсов фото- и видеосъемки.
6. Получение разрешения на производство полетов и видеосъемки.
7. Выполнение аэрофотосъемки.
8. Обработка полученных в результате аэрофотосъемки фотоснимков:
 - привязка фотоснимков по видимым опознавательным знакам (далее – опознакам) к заданной системе координат;
 - трансформация фотоснимка по линейным и угловым параметрам в ходе привязки с присоединением к фотоснимку геоинформации;
 - создание ортофотоплана путем совмещения отдельных снимков на основе присоединенной геоинформации.
9. Создание векторного чертежа участка улично-дорожной сети в соответствии со стандартами оформления проектной документации.
10. Разработка проектных решений на основе векторного чертежа, например:
 - определение конфликтных точек путем изучения видеоматериалов аэрофотосъемки;
 - определение интенсивности движения автомобилей в часы «пик» по пересекаемым направлениям на участке улично-дорожной сети;

– разработка вариантов оптимизации движения транспорта на исследуемом участке улично-дорожной сети.

2.1. Получение технического задания заказчика

Техническое задание заказчика направляется в адрес исполнителя в соответствии с договором на выполнение работ.

Техническое задание содержит:

- наименование заказчика;
- наименование объекта;
- основание для выполнения работ;
- местоположение объекта исследования;
- основные цели и задачи выполнения работ;
- перечень основных нормативных документов;
- исходные данные, предоставляемые заказчиком;
- исходные данные, собираемые исполнителем;
- состав и результаты работ;
- требования к содержанию работ;
- характеристика сложившейся ситуации по ОДД исследуемой территории;
- принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям;
- требования к результатам работ;
- требования к качеству выполняемых работ;
- гарантийные обязательства;
- сроки выполнения работ.

2.2. Получение выписок координат пунктов государственной геодезической сети

Предоставление выписок из каталогов координат пунктов государственной геодезической сети в местной системе координат осуществляется по заявлению о передаче в пользование документов государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства по форме приказа Минэкономразвития Российской Федерации от 14.11.2006 № 376 «Об утверждении Административного регламента Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по предоставлению государственной услуги "Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства"».

2.3. Рекогносцировочное обследование участка работ

Рекогносцировочное обследование участка работ проводится с целью получения информации по следующим вопросам:

- геометрические характеристики сооружения;
- характер рельефа прилегающей территории;
- отыскание пунктов государственной геодезической сети;
- наличие факторов, осложняющих выполнение аэрофотосъемочных и геодезических работ (застроенность территории, наличие в непосредственной близости к объекту обследования сооружений связи, ЛЭП, ВЛ, высотных сооружений);
- выработка основных решений по производству топогеодезических работ;
- выбор мест взлета и посадки БПЛА, выбор траектории полета для создания качественных снимков объекта исследования;
- выбор мест закладки знаков опознавания.

2.4. Выполнение знаков опознавания на местности, координирование их центров.

Проведение геодезической съемки участка улично-дорожной сети (при необходимости)

Назначение знаков опознавания:

- однозначное определение местоположения объектов на аэрофотоснимках и их привязка к заданной системе координат;
- совмещение и трансформация отдельных фотоснимков для образования единого ортофотоплана участка исследования заданного масштаба в определенной техническим заданием системе координат.

Знаки опознавания устраиваются на открытых участках местности. Форма знаков должна быть хорошо различимой на аэрофотоснимках.

Центры знаков должны однозначно определяться на снимках в зависимости от формы знака.

Обычно форма знаков выполняется в виде двух пересекающихся линий известной ширины и длины из различных материалов. Это могут быть яркие ленты, траншеи, доски или кирпич. Основное свойство указанных материалов – это отличие по яркости и цвету от общего цветового фона исследуемого участка. Например, при наличии чистого сухого асфальтового покрытия целесообразно

использовать мел или белую (желтую) краску. В центре перекрестья забивается дюбель и затем определяются координаты данной точки.

В качестве знаков могут использоваться также жесткие контуры на местности (углы зданий, сооружений). При этом конфигурация сооружений должна позволять выполнить привязку угловых точек этих сооружений в заданной системе координат с требуемой точностью в масштабе плана в соответствии со следующими нормативно-техническими документами:

- ГКИНП 02-262-02 «Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS»;

- СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения;

- СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.

2.5. Получение разрешения на производство полетов и видеосъемки

Планирование и выполнение полетов (использование воздушного пространства) беспилотных воздушных судов (БВС) производится в соответствии с действующим Воздушным законодательством РФ.

3. Нормативные документы, регламентирующие планирование и выполнение полетов

В состав основных нормативных документов, регламентирующих планирование и выполнение полетов беспилотных воздушных судов входят [1-9]:

- Федеральный закон от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;

- приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27 июня 2011г. № 171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений»;

- приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 января 2012 г. №6 «Об утверждении Федеральных правил «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации»;
- приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24 января 2013 г. № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации»;
- ГОСТ Р 56122-2014 Беспилотные авиационные системы. Общие требования.

4. Организация использования воздушного пространства при полетах БВС

Беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой от 0,25 до 30 кг, ввезенные в Российскую Федерацию или произведенные в Российской Федерации, подлежат учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой более 30 кг подлежат государственной регистрации. Правила государственной регистрации и государственного учета воздушных судов устанавливаются соответствующим уполномоченным органом.

Использование воздушного пространства БВС осуществляется посредством установления временного, местного режимов, а также кратковременных ограничений.

Временной режим устанавливается при планировании полетов на воздушных трассах, местных воздушных линиях, открытых для международных полетов, а также в районах аэродромов, открытых для международных полетов.

Местный режим устанавливается в воздушном пространстве классов С и G, за исключением случаев, когда требуется установление временного режима.

Выполнение полетов БВС в воздушном пространстве классов С и G осуществляется на основании плана полета и разрешения на использование воздушного пространства.

Полеты БВС над населенными пунктами выполняются при наличии у пользователей воздушного пространства разрешения соответствующего органа местного самоуправления.

4.1. Установление временного режима

Представление на установление временного режима подается в Главный центр Единой системы не позднее чем за 5 сут до необходимого времени введения в действие режима.

Представление на установление временного режима подается в главный центр Единой системы на бумажном носителе, включая факсимильное сообщение (факс (495) 601-07-17) с последующим уточнением через 15 мин по тел. 8-499-155-36-59 (или 8499-231-56-93).

4.2. Установление местного режима

Представление на установление местного режима подается в зональный центр Единой системы на бумажном носителе, включая факсимильное сообщение (факс (343) 205-80-68), или по электронной почте (zc@ur.gkovd.ru) с последующим уточнением через 15 мин по тел. (343) 205-80-71.

В представлениях указывается достоверная и полная информация о планируемой деятельности по использованию воздушного пространства:

а) дата проведения мероприятия (не более трех основных и трех резервных дней) и вид деятельности;

б) при установлении временного или местного режимов для района проведения мероприятия:

- границы района, обозначаемые в системе географических координат (градусы, минуты, секунды), и диапазон используемых высот (метры); границы должны быть установлены по трем точкам. При описании зоны полетов в виде окружности указываются радиус (км) и координаты центра (градусы, минуты, секунды);

- абсолютная высота (диапазон высот) полета БВС (от уровня моря AMSL) с учетом максимальных отклонений и ошибок от расчетной траектории полета и максимальной высоты рельефа местности;

- время начала и окончания мероприятия (всемирное координированное время);

в) при установлении временного или местного режимов для обеспечения полетов воздушных судов по маршруту:

- маршрут полета БВС с указанием пунктов маршрута в системе географических координат (градусы, минуты, секунды);

- необходимая высота (диапазон высот) для полета БВС. Абсолютная высота (диапазон высот) полета БВС (от уровня моря AMSL)

указывается с учетом максимальных отклонений и ошибок от расчетной траектории полета и максимальной высоты рельефа местности;

- количество и типы БВС;

г) разрешения на использование запретных зон и зон ограничения, полученные в соответствии с Федеральными правилами использования воздушного пространства Российской Федерации;

д) разрешение территориального органа Федеральной службы безопасности Российской Федерации при использовании воздушного пространства приграничной полосы;

е) разрешения органа местного самоуправления при планировании полетов над населенным пунктом;

ж) порядок управления полетами БВС с указанием географического месторасположения пунктов управления, частот воздушной радиосвязи и порядка установления связи с ними;

з) фамилия, имя, отчество, должность руководителя мероприятия и способ связи с ним;

и) фамилия, инициалы, должность лица, разработавшего представление на установление режима, и способ связи с ним.

При проведении мероприятия с участием нескольких пользователей воздушного пространства представление на установление временного или местного режима подается пользователем воздушного пространства, осуществляющим общую организацию проводимого мероприятия.

В представлении на установление местного режима, направляемого в зональный центр Единой системы, делается запись:

«Границы района (маршрута) полета, диапазон используемых высот даны с учетом максимальных отклонений от расчетных траекторий полета и максимальной высоты рельефа местности».

С учетом того, что полеты БВС выполняются в сегрегированном воздушном пространстве, в представлениях на установление местного режима необходимо указывать минимально необходимые границы и время использования районов для проведения полетов БВС.

В соответствии с п. 135 Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации при возникновении потребности в использовании воздушного пространства одновременно двумя и более пользователями ограничение их деятельности в определенных районах воздушного пространства осуществляется в соответствии с государственными приоритетами в использовании воздушного пространства. Такие приоритеты установлены Воздушным кодексом Российской Федерации, в соответствии с которым полеты БВС

относятся к иной деятельности по использованию воздушного пространства, осуществляемой в целях удовлетворения потребностей граждан (подпункт 14 ст. 13), т. е. зональным центром Единой системы может быть отказано в установлении местного режима в случае, если заявленная деятельность существенно препятствует полетам, выполняемым в целях, указанных в подпунктах 1–13 ст. 13 Воздушного кодекса Российской Федерации.

В случае несоответствия содержания представления требованиям, указанным в п. 6 приказа Министерства транспорта РФ от 27 июня 2011 г. № 171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений», а также если в представлении не содержится информации, необходимой для определения места, времени и высоты установления запрещения, с учетом мнения заинтересованного органа ОВД соответствующего Центра ОВД или нарушены сроки подачи, зональный центр оформляет мотивированный отказ в рассмотрении представления не позднее двух часов после его получения и доводит его до подателя представления.

4.3. План полета БВС

План полета БВС подается для получения разрешения на ИВП независимо от класса воздушного пространства.

В соответствии с п. 12 Табеля сообщений о движении воздушных судов (приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24 января 2013 г. № 13, в ред. приказа Минтранса России от 22.12.2016 г. № 403) для заполнения полей сообщения о представленном плане полета воздушного судна используются буквы латинского алфавита. При использовании воздушного пространства в пределах Российской Федерации российскими пользователями допускается использование букв русского алфавита в поле 18 после буквенных признаков OPR/ и RMK/.

Представленный план (заявка на использование воздушного пространства) содержит следующую информацию:

- об опознавательном индексе ВС (бортовой номер БВС);
- о количестве, типе ВС;
- о месте площадки старта и времени вылета;
- о маршруте полета (зоне полета);
- о месте площадки посадки и общем расчетном истекшем времени до посадки БВС;

– прочую информацию, необходимую для описания особенностей маршрута полета, и иную необходимую информацию.

При отсутствии опознавательного индекса БВС (не подлежит государственной регистрации) в поле 7 сообщения о плане полета обозначается "ZZZZZ", в РМК/ указывается *«не подлежит государственной регистрации в соответствии со статьей 33 Воздушного кодекса РФ»*.

В представленном плане полета беспилотного воздушного судна (SHR) в поле 15 (маршрут) обозначается абсолютная высота полета БВС по маршруту (M0050) или диапазон высот в районе (зоне) полетов (M0000/M0050), т. е. от уровня моря (AMSL). Высота (диапазон высот) полета БВС должна находиться в пределах вертикальных границ, определенных местным (временным) режимом.

При описании зоны полетов после указания диапазона высот полета (M0000/M0050) через пробел после признака "/ZONA" записываются границы (/ZONA4955 N04312 E4815 N04210 E5012 N04410E/). Вся информация относительно границы зоны полетов обозначается с обеих сторон наклонными чертами. Границы зоны должны иметь не менее трех точек.

При описании зоны полетов в виде круга после указания диапазона высот полета (M0000/M0050) и признака "/ZONA" через пробел обозначается радиус после R без пробела до трех цифр в километрах, далее через пробел указываются координаты центра (градусы, минуты, при необходимости секунды)

M0000/M0050 /ZONA R001 4955N04312E/.

При выполнении полетов на всей территории зон ограничения или запретных зон указываются номера зоны ограничения полетов, постоянной опасной зоны или в соответствующих случаях запретной зоны (пример: /ZONA USP216/ или /ZONA USR901/).

Маршрут (зона) полета должен находиться в горизонтальных и вертикальных границах установленных временного, местного режимов.

Допускается при необходимости указывать при описании точек географические координаты в градусах, минутах, секундах.

Рекомендуется в поле 18:

- ЕЕТ/ указывать четырехбуквенные обозначения индекса (индексов) районов Единой системы, а при полетах в воздушном пространстве класса G – район полетной информации, в котором выполняется полет;

- OPR/ указывать сокращенное наименование федерального органа исполнительной власти, название организации или данные физического лица (фамилия, имя, отчество), при этом применяются буквы русского алфавита;

- TYP/BLA указывать полет беспилотного воздушного судна;

- RMK/ указывать номер установленного местного, временного режима. При желании (необходимости) в этом же поле в произвольной форме можно указать истинные высоты полета от уровня AGL (над уровнем земли). Рекомендуем в поле 18 указывать фамилию и телефон внешнего пилота и, если есть, руководителя полетов.

Представленный план полета (SHR) подается не менее чем за одни сутки до начала полетов в ЗЦ ЕС ОрВД. Условия подачи SHR применяются только в отношении БВС, безопасность использования которых предварительно обеспечена установлением временного или местного режимов. Установление местного (временного) режима необходимо уточнять перед подачей плана полета: в зональном центре Единой системы по тел. 8(343) 205-80-67, в главном центре Единой системы по телефону (495)601-07-45 или (495) 601-06-64.

Для выполнения полетов БВС в целях обороны, государственной и общественной безопасности, а также проведения поисково-спасательных мероприятий и оказания помощи при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях план полета подается не менее чем за 3 ч до начала деятельности.

План полета подается в ЗЦ ЕС ОрВД на бумажном носителе, включая факсимильное сообщение (факс (343) 205-80-68), по электронной почте (zc@ur.gkovd.ru) или через систему представления планов полетов по Интернету (СИПИ): сайт www.ivprf.ru или <http://ural.ivprf.ru/> с последующим уточнением приема через 15 мин по тел. (343) 205-80-71.

В случае использования воздушного пространства над населенными пунктами одновременно с подачей плана полета в ЗЦ ЕС ОрВД направляется копия разрешения соответствующего органа местного самоуправления. (п. 40.5 ФАП № 6 от 16.01.2012 «Организация планирования ИВП РФ»).

Форма и содержание представленного плана должны соответствовать требованиям, изложенным в Табеле сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации, утвержденном приказом Минтранса России от 24 января 2013 г. № 13 (в ред. приказа Минтранса России от 22.12.2016 г. № 403).

4.4. Управление полетами БВС

Управление полетом БВС осуществляется с пункта/пунктов управления по линиям передачи данных между дистанционно пилотируемым воздушным судном и станцией внешнего пилота.

Экипаж беспилотного воздушного судна состоит из одного либо нескольких внешних пилотов, одного из которых владелец беспилотного воздушного судна назначает командиром такого воздушного судна. Командир беспилотного воздушного судна руководит работой экипажа беспилотного воздушного судна и отвечает за безопасное выполнение полета.

При эксплуатации беспилотных авиационных систем должна быть исключена возможность несанкционированного доступа посторонних лиц к беспилотным воздушным судам, на пункты управления, а также защищены линии управления и контроля, каналы связи от несанкционированного доступа и попыток намеренного искажения информации.

4.5. Осуществление деятельности по использованию воздушного пространства

Период своей фактической деятельности пользователь воздушного пространства сообщает в главный центр Единой системы по тел. (495) 601-07-45 или (495) 601-06-64 (при обеспечении временного режима) или в зональный центр (при обеспечении местного режима) Единой системы по тел. (343) 264-77-44 не менее чем за два часа до установленного начала действия временного или местного режимов во всех случаях.

Приступить к осуществлению деятельности, связанной с использованием воздушного пространства, для обеспечения которой установлен временный или местный режим, без получения подтверждения от главного или зонального центров Единой системы о готовности к их обеспечению не допускается.

За два часа до запланированного времени начала деятельности БВС внешний пилот запрашивает разрешение на использование воздушного пространства в районном Центре ЕС ОрВД (аэродромном органе ОВД, ЦПИ, МДП) по телефону. Не менее чем за один час до запланированного времени взлёта РЦ ЕС ОрВД (аэродромный орган ОВД, ЦПИ, МДП) должен выдать разрешение на ИВП внешнему пилоту.

Внешний пилот при изменении воздушной обстановки в районе должен быть готов к внесению корректировок параметра полета или его прекращению по указанию диспетчера РЦ ЕС ОрВД (Центра ОВД – управления полетами).

Сообщения о выполнении полета БВС передаются внешним пилотом в РЦ ЕС ОрВД (Центр ОВД – управления полетами) не позднее чем:

- через 5 мин после фактического запуска (или в случае задержки, переноса или отмены запуска);
- через 10 мин после посадки об окончании деятельности;
- немедленно при возникновении нештатных ситуаций, связанных с эксплуатацией БВС.

Снятие временного или местного режима осуществляют дежурные смены главного или зонального центра Единой системы на основании информации пользователя воздушного пространства о фактическом завершении деятельности, для обеспечения которой вводился режим.

4.6. Особенности выполнения полетов БВС в районе аэродрома

В соответствии с действующим воздушным законодательством полеты беспилотных воздушных систем в Российской Федерации допускаются в только сегрегированном воздушном пространстве. Массовое использование БВС не должно увеличивать риски для других воздушных судов или третьих лиц и не должно препятствовать доступу в воздушное пространство или ограничивать его. Наличие конкурирующих интересов в использовании воздушного пространства делает организацию воздушного пространства процессом, при котором требуется в равной степени сбалансировать интересы всех пользователей воздушного пространства.

В связи с вышеизложенным следует обратить внимание на отдельные положения Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений (утверждена приказом Минтранса России от 27.06.2011 г. № 171).

В соответствии с п. 13 Инструкции в районе временного режима, устанавливаемого с целью частичного запрещения деятельности

по использованию воздушного пространства (место, время, высота), главным центром Единой системы выделяется:

- воздушное пространство, **ограниченное радиусом не менее 50 км** от контрольной точки аэродрома (КТА) и высотой верхнего эшелона, выделенного в районе временного режима для полетов по маршрутам обслуживания воздушного движения, для выполнения воздушными судами вылета и захода на посадку на аэродроме, открытом для международных полетов;

- воздушное пространство, **ограниченное радиусом не менее 30 км** от КТА и высотой верхнего эшелона, выделенного в районе временного режима для полетов по маршрутам обслуживания воздушного движения, для выполнения воздушными судами вылета и захода на посадку на аэродроме при внутренних полетах по расписанию.

По п. 15 Инструкции не предусматривается полного запрещения использования воздушного пространства района аэродрома в интересах полетов БВС.

В связи с вышеизложенным следует максимально ограничить планирование полетов БВС в радиусе 50 км от КТА аэродромов, открытых для международных полетов, и в радиусе 30 км от КТА аэродромов, на (с) которых выполняются внутренние полеты по расписанию.

При планировании полетов в данных районах в представлениях на установление временных или местных режимов необходимо исключить воздушное пространство, где выполняются процедуры взлета и захода на посадку воздушными судами на аэродром. Информация об утвержденных маршрутах вылета и прибытия на аэродромах опубликована на официальном сайте (saiga.ru) Федерального государственного унитарного предприятия Центр аэронавигационной информации (ФГУП «ЦАИ») в разделе «Для доступа к АНИ», в папке «Объединенный пакет аэронавигационной информации Российской Федерации», в разделе AD2 AIP России книга 1 и AIP России книга 2.

Также необходимо учитывать ширину маршрутов вылета, прибытия и захода на посадку воздушных судов на аэродромах по 5 км от оси маршрута (п. 28 «Федеральных правил использования воздушного пространства РФ»).

**4.7. Список и контактная информация центров ОВД,
предоставляющих разрешение на использование
воздушного пространства при полетах БВС
в границах Екатеринбургского зонального центра**

№ п/п	Орган ОВД (район полетов)	Адрес АФТН	Контактная информация		
			Группа	Телефон	Примечание
1	2	3	4	5	6
Филиал «Аэронавигация Урала»					
1	Екатеринбургский Центр ОВД ЦПИ Екатеринбург	УСССЗРЗЬ	Группа планирования и использова- ния воздуш- ного про- странства	8(343)205- 80-90 8(343)264- 42-20	
2	Пермский Центр ОВД ЦПИ Пермь	УСППЗРЗЬ	То же	8(342)294- 96-04 8(342)294- 99-15	
3	Ижевский Центр ОВД ДИП с функциями ЦПИ	УСИИЗТЗЬ	—"	8(3412)63- 06-80	
4	Кировский Центр ОВД РЦ Киров	УСККЗРЗЬ	—"	8(8332)69- 66-90	
5	Курганский Центр ОВД	УСУУЗТЗЬ	—"	8(3522)44- 34-83	
6	Челябинский Центр ОВД РЦ с функциями МДП	УСЦЦЗРЗЬ	—"	8(351)779- 07-10	
7	Магнитогорский Центр ОВД ДПП с функциями МДП	УСЦМЗРЗЬ	—"	8(3519)28- 36-57 8(3519)28- 36-56	
Филиал «Аэронавигация Севера Сибири»					
1	Тюменский Центр ОВД ЦПИ Тюмень	УСТРЗРЗЬ УСТРЗФЗЬ	—"	8(3452)79- 91-68 8(3452)79- 91-73	ГО ПВП РЦ

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
2	Тюменский Центр ОВД Советское отделение ДЗ аэр. Совет- ский	УСХСЗТЗЪ	Группа обеспечения планирования воздушного движения	8(34675)29-192	
3	Тюменский Центр ОВД Урайское отде- ление ЦПИ Урай	УСХУЗТЗЪ	То же	8(34676)30-603 (коммутатор)	
4	Югорский Центр ОВД ЦПИ Ханты- Мансийск	УСХХЗФЗЪ	—"	8(3467)39-44- 33	
5	Югорский Центр ОВД Березовское отделение ЦПИ Березово	УСХБЗФЗЪ	—"	8(34674)22-595	
6	Игрим ЦПИ Игрим	УСХБЗФЗЪ	—"	8(34674)31-145	
7	Югорский Центр ОВД Белоярское отделение ДПК с функциями ЦПИ	УСХЯЗФЗЪ	—"	8(34670)21-592 8(34670)26-390	Нач. от- дел. ДПК, ГО ПВД
8	Югорский Центр ОВД Няганское отделение ДЗ аэр. Нягань	УСХНЗТЗЪ	—"	8(34672)95-563	
9	Надымский Центр ОВД ЦПИ Надым	УСММЗФЗЪ	—"	8(34995)45-187	
10	Новый Уренгой Центр ОВД ДПП с функциями ЦПИ	УСМУЗТЗЪ	—"	8(34949)31-906 8(34949)31-902	ГО ПВД РП, ДПП
11	Нижневартовский Центр ОВД ЦПИ Нижневартовск	УСННЗФЗЪ	—"	8(3466)49-20- 61	
12	Сургутский Центр ОВД ЦПИ Сургут	УСННЗФЗЪ	—"	8(3462)76-82- 67	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
13	Сургутский Центр ОВД Когалымское отделение ДЗ аэр. Когалым	УСРКЗТЗЪ	Группа обеспечения планирования воздушного движения	8(34667)93-242	
14	Ноябрьский Центр ОВД ДЗ аэр. Ноябрьск	УСРОЗТЗЪ	То же	8(3496)36-56- 25	
15	Тарко-Салинский Центр ОВД ЦПИ Тарко-Сале	УСДСЗФЗЪ	—"	8(34997)21-356	
16	Тарко-Салинский Центр ОВД Тазовское отделение ЦПИ Тазовский	УСДТЗФЗЪ	—"	8(34940)21-250	
17	Тарко-Салинский Центр ОВД Красно- селькупское отделение ДЗ аэр. Красноселькуп	УСДПЗТЗЪ	—"	8(34932)21-195 8(34932)21-066	Нач. отделен. Вышка
18	Уренгой ЦПИ Уренгой	УСДСЗФЗЪ	—"	8(34949)39-347	
19	ТолькаДЗ аэр. Толька	УСДОЗТЗЪ	—"	8(34932)31-667	
20	Ямальский Центр ОВД ЦПИ Салехард	УСДДЗФЗЪ	—"	8(34922)74-223 8(34922)74-582	ГО ПВД ЦПИ
21	Ямальский Центр ОВД Мыс Каменное отделение ЦПИ Мыс Каменный	УСДКЗФЗЪ	—"	8(34996)28-626	
22	Бованенково ЦПИ Бованенково	УСДБЗФЗЪ	—"	8(34995)98-312 8(34995)98-313	ЭРТОС ЦПИ
23	Ямбург ДЗ аэр. Ямбург	УСМЯЗТЗЪ	—"	8(34949)67-771	
24	Сабетта ЦПИ Сабетта	УСДАЗТЗЪ	Орган ОВД	8(495)228-98- 45 добавочный 38303	

5. Выполнение аэрофотосъемки

Целью выполнения аэрофотосъемки является получение фотоснимков высокого разрешения участков исследования и создание на их основе картографических материалов (ортофотопланов) при инженерно-геодезических изысканиях [10–12]. Также ортофотопланы могут служить основой для разработки мероприятий по оптимизации дорожного движения.

Аэрофотосъемка производится в строгом соответствии с утвержденным планом полета. Формат фото(видео)съемки (плановая или перспективная) определяется заданием на производство работ, а также с учетом технических особенностей, оказывающих влияние на создание ортофотопланов.

Маршрут БПЛА и точки фотосъемки должны быть определены на этапе планирования полета. Создание маршрута аэрофотосъемки может быть выполнено автоматизированным способом с помощью программы DroneDeploy (рис. 1.1). Это облачный сервис, предназначен для работы совместно с БПЛА: DJI Mavic Pro, Phantom 3 / 3 Adv / 3 Pro, Phantom 4 / 4 Pro, Inspire 1 / 1 Pro, Matrice 100 / 600. Указанное приложение разработано для iOS и Android и заменяет собой стандартное приложение DJI Go 4 для управления БЛА (дроном).

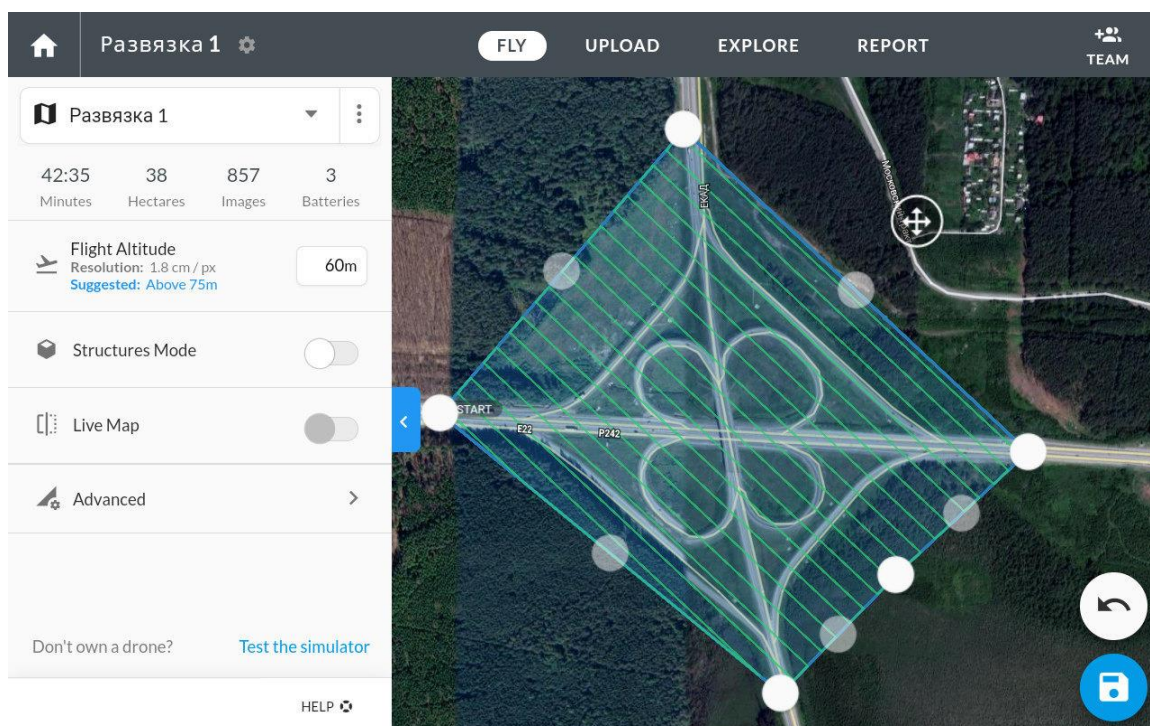


Рис 1.1. Разработка маршрута полета БПЛА в программе DroneDeploy

Фотоснимки должны отвечать условиям:

- уверенное распознавание на снимках контуров сооружений и рельефа;
- уверенное распознавание опознавательных знаков и их центров;
- смежные снимки должны выполняться с перекрытием для их последующего совмещения (рис. 1.2, 1.3).

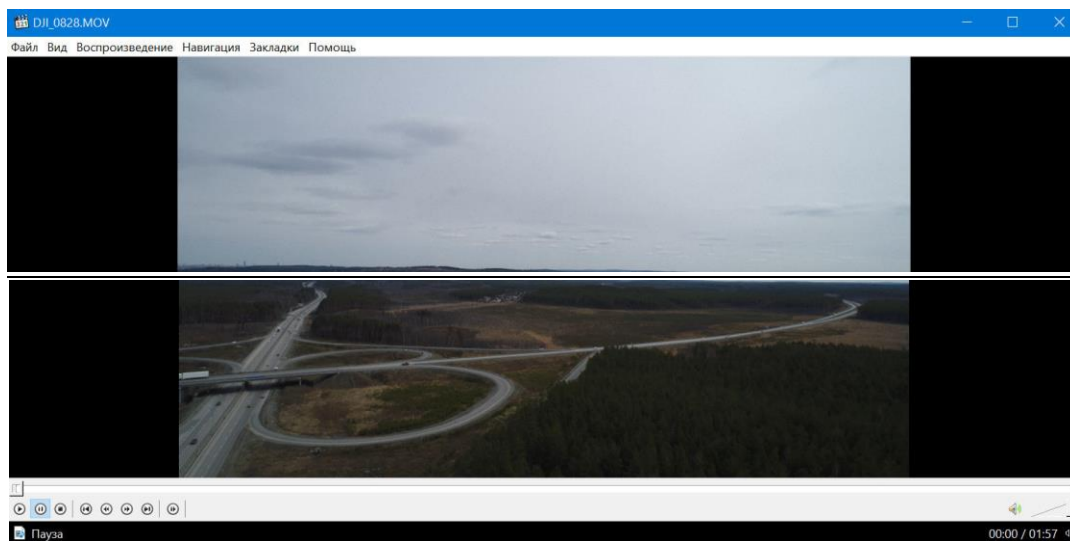


Рис. 1.2. Общий вид объекта исследования



Рис. 1.3. Фотоснимки участка транспортной развязки с перекрытием

6. Обработка полученных в результате аэрофотосъёмки фотоснимков

Результатом обработки полученных снимков в ходе аэрофотосъёмки является создание ортофотопланов на участке исследования заданного масштаба с привязкой к определенной заданием системе координат.

Обработка фотоснимков может быть выполнена с помощью программ RasterDesign; MapInfo; AutoCAD. Наиболее эффективно обработка фотоснимков в настоящее время выполняется в программе Agisoft Metashape Professional или Agisoft Photoscan (рис. 1.4).

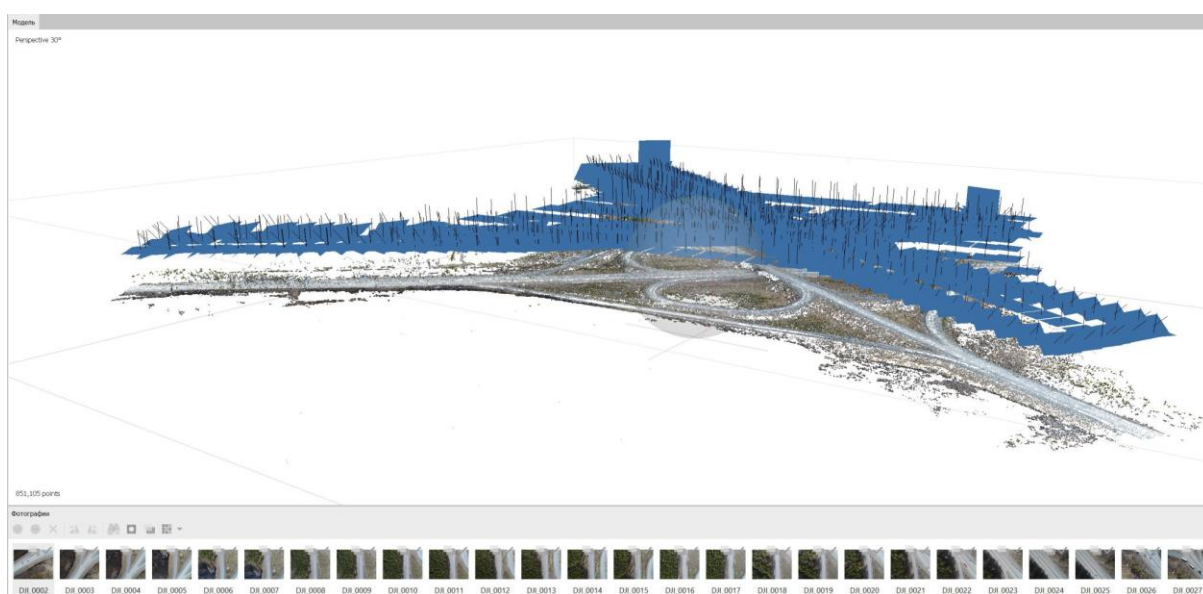


Рис 1.4. Обработка фотографий выравниванием

При необходимости может быть выполнена коррекция фотоснимков по яркости, контрастности и цветопередаче средствами обработки растровых изображений.

Привязка фотоснимков производится по видимым центрам опознаков в заданной системе координат. В ходе привязки производится трансформация фотоснимка по линейным и угловым параметрам с присоединением к фотоснимку геоинформации.

Далее фотоснимки на основе присоединённой геоинформации выкладываются в отдельный файл в соответствии с координатами границ снимков. Совмещение отдельных снимков выполняется на основе присоединённой геоинформации (координат границ фотоснимков).

В графическом редакторе снимки совмещаются с цифровой моделью местности (ЦММ), полученной в ходе геодезической съемки. Результатом является ортофотоплан, который может использоваться как самостоятельный документ, так и в качестве основы для разработки векторных чертежей.

Современные программные средства (такие как Agisoft Photoscan) позволяют выполнять операции совмещения и создания ортофотопланов в автоматическом режиме (рис. 1.5).

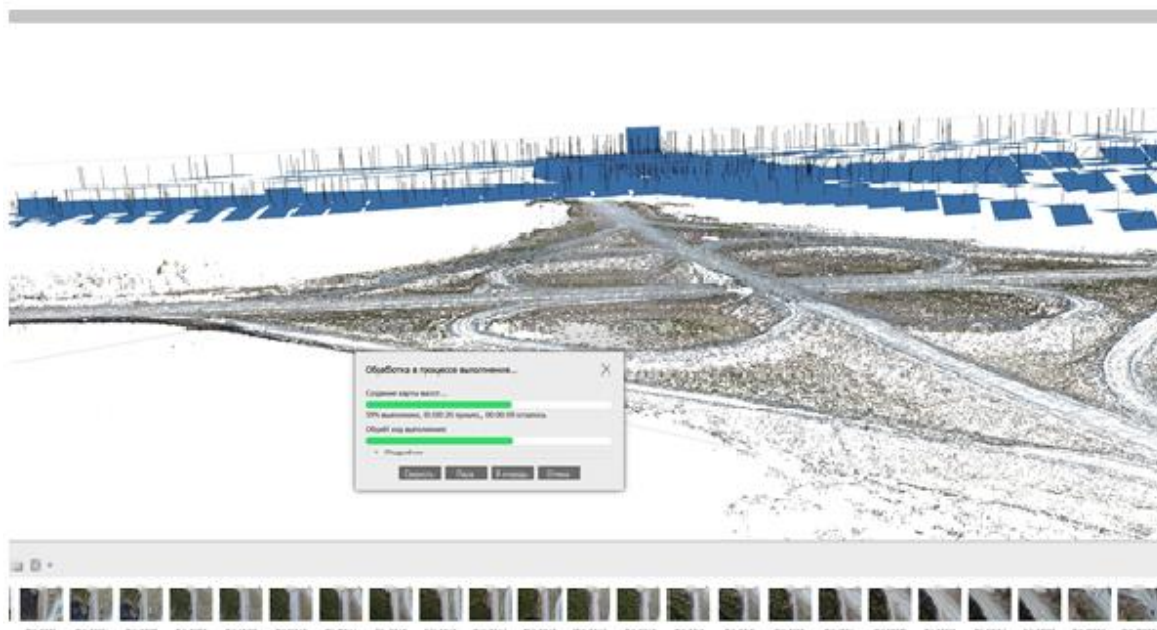


Рис. 1.5. Создание облака точек

Результатом обработки материалов аэрофотосъемки программы является ортофотоплан (рис. 1.6) и облако точек, которое затем можно использовать при построении цифровой модели местности (ЦММ) в программных комплексах таких как Civil 3D (Autodesk), Robur, Credo. Количество точек облака на единицу площади может быть задано любым, в зависимости от масштаба плана. Приведенная технология позволяет определить местоположение и геометрические характеристики исследуемых объектов с высокой точностью.



Рис. 1.6. Ортофотоплан транспортной развязки

7. Создание векторного чертежа участка улично-дорожной сети в соответствии со стандартами оформления проектной документации

Создание векторного чертежа участка улично-дорожной сети на основе ортофотопланов необходимо при дальнейшей разработке проектных решений в зависимости от поставленных при проектировании задач (рис. 1.7).

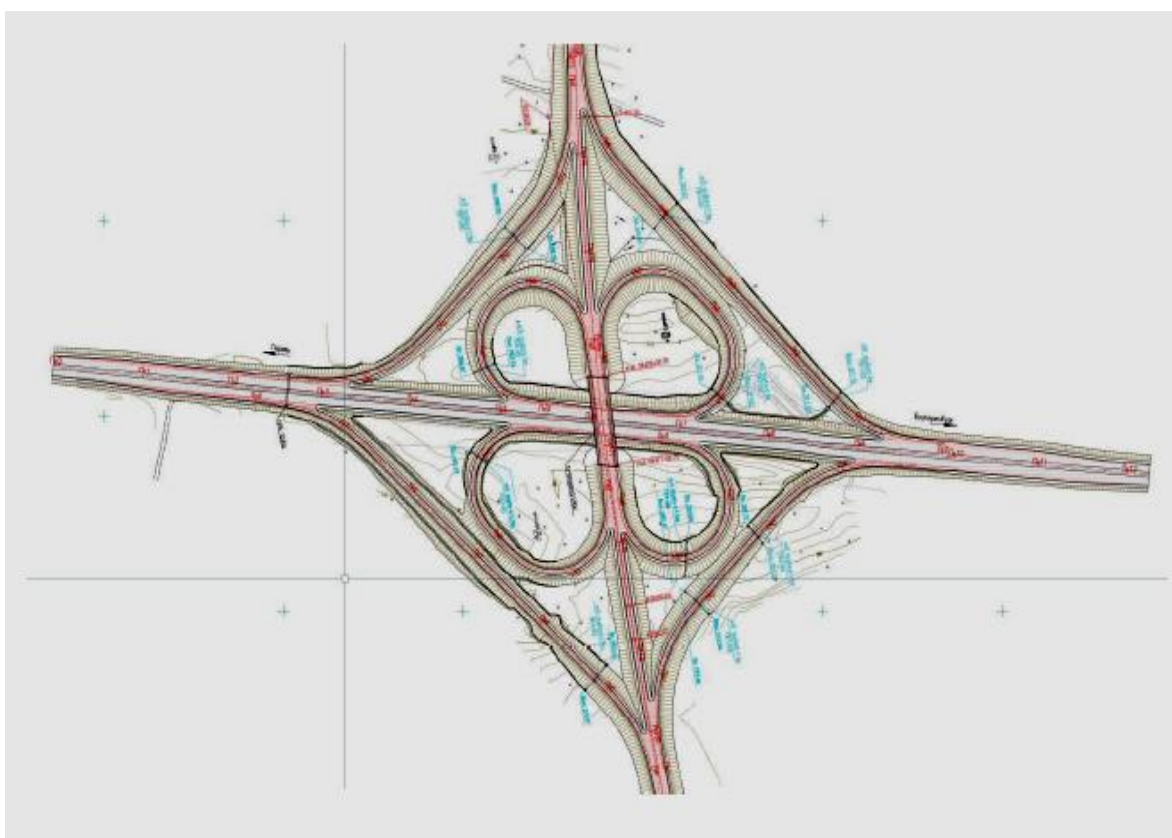


Рис. 1.7. Векторный чертеж участка транспортной развязки на основе ортофотоплана местности

Чертежи могут быть выполнены путем прорисовки контуров стандартными методами таких программных комплексов, как MapInfo или AutoCAD.

8. Решение прикладных задач с помощью ортофотопланов участков улично-дорожной сети

В результате проведения инженерно-геодезических работ с помощью БЛА разрабатываются ортофотопланы местности высокого разрешения, которые можно использовать в качестве топографической основы для проектирования автомобильных дорог [13–17].

Кроме того, ортофотопланы участков улично-дорожной сети можно использовать для решения локальных задач транспортного планирования, например для разработки технических решений по оптимизации транспортного движения, повышения безопасности и организации движения транспорта и пешеходов.

8.1. Определение конфликтных точек путем изучения видеофотоматериалов аэрофотосъемки

Разработка раздела «Организация дорожного движения» в проектах нового строительства автомобильных дорог осуществляется на основе анализа геометрических параметров автомобильных дорог, расчетных скоростей движения и уровней загрузки, а в проектах на реконструкцию существующих автомобильных дорог или на капитальный ремонт – на основе данных обследования дорог, анализа утвержденной дислокации, анализа фактической аварийности и выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий, анализа конфликтных точек (точек пересечения траекторий движения автомобилей) на пересечениях и примыканиях, а также оценки пропускной способности дорог.

Разработку организации движения на перекрестке рекомендуется выполнять исходя из интенсивностей движения по каждому направлению и наличия конфликтных точек. К конфликтным точкам относятся точки, в которых происходит пересечение или слияние транспортных потоков.

По материалам фото-, видео-, аэрофотосъемки определяются оси движения по направлениям транспортных потоков на участке исследования.

Затем производится прорисовка осей движения потоков на чертежах и определение местоположения конфликтных точек. На основе данных аварийности, интенсивности движения и местоположения конфликтных точек разрабатываются мероприятия по оптимизации движения и регулированию транспортных потоков на исследуемых участках.

8.2. Определение интенсивности движения автомобилей в часы пик по пересекаемым направлениям на участке улично-дорожной сети

Интенсивность движения – это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения.

Интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в практике организации движения характеризуют ее часовым значением. При этом наибольшее значение имеет показатель интенсивности в часы пик, так как именно в этот период возникают наиболее сложные задачи организации движения. Необходимо, однако, иметь в виду, что интенсивность (объем движения) в часы пик в различные дни недели, месяца и года может иметь неодинаковые значения. На дорогах с более высоким уровнем интенсивности движения транспортных средств меньше неравномерность движения и стабильнее значение интенсивности пикового часа.

Данные об интенсивности движения служат основанием для установки дорожных знаков, сигнальных устройств, для решения вопроса о выделении улиц с односторонним движением, для выборов маршрутов, размещения стоянок, запрета остановок и разворотов транспортных средств. Интенсивность движения – один из основных факторов, влияющих на безопасность движения. Для исходных данных она используется при проектировании новых дорог и для обоснования реконструкции существующих улиц, дорог, пересечений.

В результате исследования интенсивности определяются:

- состав транспортного потока;
- распределение потоков по направлениям в узле;
- распределение потоков в утренний и вечерний часы пик;
- распределение пешеходов, переходящих проезжую часть по направлениям и переходам.

Накануне дня исследования должен производиться инструктаж учетчиков. Во время инструктажа рассматриваются следующие вопросы: цель исследования; организационные вопросы (время и место сбора и др.), а также разъясняются меры безопасности при проведении наблюдений.

В день исследования учетчики прибывают на посты за 10–20 мин до начала производства работ по учету количества и состава автотранспорта в рассматриваемых точках транспортных узлов.

Правильность и состояние учета контролируется инструкторами-контролерами, за которыми закрепляется определенное количество постов.

Распределение постов наблюдения и фиксации пешеходов производится аналогично таковому при учете интенсивности движения транспорта в сечениях магистральной уличной сети.

По результатам проведения исследований интенсивности транспортных и пешеходных потоков подготавливаются и представляются эпюры интенсивности движения в утренний и вечерний часы пик на магистральной сети населенных пунктов.

При анализе интенсивности движения необходимо учитывать состав транспортного потока, который характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного рода. Состав транспортного потока оказывает значительное влияние на все параметры, характеризующие дорожное движение.

Состав транспортного потока влияет на загрузку дорог, что объясняется прежде всего существенной разницей в габаритных размерах автомобилей. Если длина отечественных легковых автомобилей массового производства составляет 4–5 м, грузовых 6–8 м, то длина автобусов достигает 11 м, а автопоездов – 24 м. Однако разница в габаритных размерах не является единственной причиной необходимости специального учета состава потока при анализе интенсивности движения.

При движении в транспортном потоке важна не только разница в статическом габарите, но и разница в динамическом габарите длины автомобиля, который зависит в основном от времени реакции водителя и тормозной динамики транспортных средств. Под динамическим габаритом подразумевается отрезок полосы дороги, минимально необходимый для безопасности движения автомобиля с заданной скоростью, длина которого включает длину автомобиля и дистанцию, называемую дистанцией безопасности.

При проведении исследования подсчитываются количество различных типов транспортных средств, прибывающих на подходе к регулируемому пересечению, а автомобили разных типов должны быть приведены к эквивалентному количеству легковых автомобилей. Коэффициент приведения к легковому автомобилю представляет собой

величину, которая показывает, каким количеством легковых автомобилей можно заменить тот или иной тип транспортного средства.

У транспортных средств, имеющих большие габариты и требующих большего времени для проезда через перекресток по сравнению с таковым для легковых автомобилей, коэффициенты приведения к легковому автомобилю превышают значение 1,0.

С учетом полученных коэффициентов приведения рассчитывается интенсивность движения в транспортных единицах.

$$N_i = \sum N_j K_{jпр},$$

где N_i – приведенная интенсивность транспортного потока, ед./ч;

N_j – интенсивность движения j -го вида транспорта, авт./ч;

$K_{jпр}$ – коэффициент приведения j -го вида транспорта к легковому автомобилю.

Для приведения различных транспортных средств к легковому автомобилю используются следующие коэффициенты приведения, представленные ниже.

	Коэффициент приведения
Легковой автомобиль	1,0
Автобус типа «Газель», «Форд»	1,5
Автобус типа НефАЗ, ЛиАЗ, ЛАЗ	2
Сочлененные автобусы	4
Грузовые автомобили типа «Газель»	1,5
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 20 т	2
Грузовые автопоезда	4
Тракторы, погрузчики, пневмоколесные экскаваторы	3

8.3. Разработка вариантов оптимизации движения транспорта на исследуемом участке улично-дорожной сети

На основе данных аварийности, интенсивности движения и местоположения конфликтных точек разрабатываются мероприятия по оптимизации движения и регулированию транспортных потоков на исследуемых участках.

Разработка вариантов оптимизации движения транспорта на исследуемом участке улично-дорожной сети выполняется на векторных чертежах стандартными средствами графических редакторов.

Материалы по техническому решению организации дорожного движения содержат:

- схемы размещения технических средств организации дорожного движения;
- эскизы знаков индивидуального проектирования;
- эскизы организации дорожного движения на отдельных участках дорог, в том числе на пересечениях и примыканиях в одном или разных уровнях с автомобильными и железными дорогами, на площадках отдыха, АЗС, пунктах ДПС и т.д.;
- схемы размещения технических средств организации дорожного движения и оборудования на светофорных объектах; ведомости расстановки дорожных знаков, размещения дорожной разметки, дорожных ограждений и других технических средств организации дорожного движения;
- ведомости устройства пешеходных дорожек, пешеходных переходов в одном или разных уровнях, автобусных остановок, устройства электроосвещения.

По итогам разработки конкурирующих вариантов организации дорожного движения производится их сравнение и выбор наиболее эффективного в соответствии с критериями:

- повышения уровня безопасного проезда рассматриваемых участков;
- увеличения пропускной способности;
- уменьшения количества конфликтных точек;
- наименьшей относительной стоимости строительства (реконструкции) исследуемого участка.

8.4. Анализ схем развития региональной дорожной сети с использованием беспилотных летательных аппаратов

Транспортные системы завтрашнего дня не могут развиваться в отрыве от экономики страны, а должны быть экономически обоснованы, спроектированы и оценены как составная часть развития экономики регионов. Помимо решения вопросов повседневной эксплуатации, необходимо постоянно оптимизировать транспортные системы и приспособлять их к новым требованиям. Сеть автомобильных дорог является важнейшим элементом транспортной инфраструктуры регионов (областей, краев и муниципальных образований).

В период активного реформирования экономики и социальной сферы, преобразования системы управления транспортным и дорожным хозяйством регионов необходимо обеспечить согласование ожидаемых темпов развития сети автомобильных дорог с темпами роста автомобилизации страны.

В связи с этим актуальным является создание и внедрение в проектные работы методик и моделей развития территориальной сети автомобильных дорог, планирования целевых показателей их транспортно-эксплуатационного состояния, необходимых объемов дорожных работ, а также всех видов возможных ресурсов (финансовых, строительных, трудовых).

Существующие методы оценки целевых показателей сети автомобильных дорог можно условно разделить на три группы [1–4].

1. Эмпирический способ определения характеристик транспортных потоков.

2. Расчетный метод, основанный на анализе режимов движения автомобилей и состава транспортного потока на оцениваемом участке.

3. Имитационное моделирование транспортных потоков.

К минусам двух первых методов прежде всего относится недостаточное обоснование их применимости для всего широкого диапазона влияющих факторов, а также низкая степень достоверности алгоритмов вычисления необходимой для них информации.

В настоящее время значимыми при выборе вариантов совершенствования существующей дорожной сети являются такие целевые показатели работы сети федеральных и региональных дорог, как пропускная способность и средняя сетевая скорость, характеризующие уровень загрузки дорог движением.

Стоит отметить следующие методы и программные продукты имитационного моделирования транспортных потоков, получившие наибольшее распространение.

Одним из самых распространенных программных комплексов по имитационному моделированию транспортных потоков является PTV Vision®.

Для прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах ОАО «ГИПРОДОРНИИ» был разработан соответствующий метод имитационного моделирования транспортных потоков [18–22]. Метод предназначен для расчета существующей и прогнозирования ожидаемой на соответствующий перспективный период среднегодовой суточной интенсивности движения на участках сети автомобильных дорог общего пользования, на улично-дорожной сети городов, в пригородной зоне крупных городов; для оценки

средней скорости движения автотранспортных средств, объемов грузовых и пассажирских перевозок на сети автомобильных дорог общего пользования при планировании дорожных работ, разработке программ развития и совершенствования сети автомобильных дорог разного уровня, обоснованиях инвестиций на отдельные автомобильные дороги и сооружения на них.

Данным методом учитываются не все населенные пункты, лежащие в зоне тяготения дороги, а только наиболее значимые. Основное назначение метода – быстрая оценка перспективной интенсивности для разработки проектных решений в установленный срок проектирования.

Для прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах фирмой «Геограком» был разработан соответствующий имитационный метод. Особенностью данной методики является то, что в ней задействован новый показатель транспортно-дорожной обеспеченности – интегральная транспортная доступность, характеризующая надежность (техническую и конфигурационную) функционирования транспортных сетей. В данном методе моделирования транспортных потоков остается нераскрытым вопрос о том, как учитывается реальный объем перевозок грузов и пассажиров, хотя данный метод нашел практическое применение при вариантном проектировании развития дорожной сети и был апробирован ранее в Свердловской области.

При расчете и технико-экономическом обосновании развития сети автомобильных дорог Уральского региона, в частности Свердловской области, в 2006 г. был рекомендован к применению программный комплекс «МОДОС», разработанный в виде программного продукта ФГУП «РОСДОРНИИ» и проверенный в ходе моделирования вариантов планирования дорожно-строительных работ в Московской области, ЯНАО и других регионах.

Основной подход программного комплекса «МОДОС» заключается в том, что адреса и объемы экономического взаимодействия определяются расчетными потенциалами узлов (населенных пунктов) и выражаются в объемах транспортных связей. При этом настройка модели осуществляется таким образом, что основные выходные параметры работы системы в стартовых условиях (интенсивность, пропускная способность, скорость потока, объем валового регионального продукта, аварийность и др.) соответствуют фактическим данным по региону.

Методика «МОДОС» реализует процедуру оценки эффективности строительства (реконструкции) автомобильных дорог, включая внутранспортную составляющую, и позволяет учитывать сетевой экономический эффект и целевые показатели на основе методов моделирования. Это означает, что компьютерная программа при расчете целевых показателей дает возможность не только отследить изменения непосредственно на введенном дорожном объекте, но и учесть все изменения в работе транспорта, которые происходят на сети автомобильных дорог региона.

Программный комплекс «МОДОС» позволяет осуществить двух-уровневое моделирование работы региональной экономики и автомобильного транспорта на сети автомобильных дорог:

первый уровень – моделирование работы транспорта на сети автомобильных дорог;

второй уровень – моделирование экономических изменений по результатам моделирования 1-го этапа.

На втором уровне определяются следующие эффекты:

1) транспортный эффект и сопряженные с ним эффекты, в составе которых выделяют следующие:

- от сокращения капитальных вложений в автомобильный транспорт;

- от снижения себестоимости перевозок грузов и пассажиров;

- от сокращения времени пребывания в пути пассажиров;

- за счет сокращения потерь от ДТП на каждом участке;

2) внутранспортный эффект от прироста объемов реализации или снижения себестоимости в прочих отраслях экономики и социальной сфере:

- прирост ВРП;

- экологический (для объектов в городах);

- эффекты на общественном транспорте.

На первом этапе производится моделирование автотранспортных корреспонденций, которое состоит в расчете целевых показателей для всей сети автомобильных дорог и для отдельного объекта:

- пропускная способность;

- средняя скорость потока;

- объемы грузовых и пассажирских перевозок;

- интенсивность движения;

- уровни загрузки;

- коэффициенты обеспечения расчетной скорости;

- показатели эффективности.

В основе расчетов заложена гравитационная модель (тяготения к узлу). Принято, что если связь между двумя любыми узлами может быть реализована по множеству различных путей, то выбирается кратчайший маршрут.

Получение локальных оценок объемов экономической деятельности в конкретных узлах региональной дорожной сети основано на расчете произведенного валового регионального продукта (ВРП). Используются несколько видов производственной функции. Выбор вида функции производится на основе предварительного анализа всего комплекса исходных данных. Далее определяются значения ее параметров.

В качестве исходных данных при создании имитационной модели используется информация, которая обрабатывается с помощью программного комплекса АБДД «ДОРОГА» и которая может быть адаптирована к базам данных АБДД «Титул-2005». Дополнительно используется статистическая информация по региону на основе информации статистической отчетности выбранного периода.

По каждой группе эффектов, а также по интегральному (общественному) эффекту рассчитываются наиболее важные и достаточные показатели для принятия решения о целесообразности реализации инвестиционных проектов, определенные «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов» [3]:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД),
- индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДДИ),
- внутренняя норма доходности (ВНД),
- срок окупаемости инвестиций (T_0).

Показатель ЧДД определяется за горизонт расчета 30 лет по интегральному эффекту и его элементам. Горизонт расчета и норма дисконта могут быть при необходимости изменены с учетом макроэкономических показателей экономики на конкретном этапе оценки проектного решения.

Использование системы «МОДОС» позволяет рассчитать оценки эффективности реконструкции каждого звена сети автомобильных дорог в автоматическом режиме с последующим визуальным отражением полученных результатов на экране монитора, в графическом виде на карте или в виде таблиц, например ранжированного ряда объектов по разным видам эффектов.

При этом анализируются все возможные варианты реконструкции для каждого звена сети автомобильных дорог и по результатам технико-экономических оценок выбирается оптимальный вариант.

Таким образом, на основе анализа и сопоставления подходов к развитию дорожной сети, реализованных в программных продуктах, можно сделать следующие выводы и предложения.

1. Рассмотренный методический подход, реализованный в программном комплексе «МОДОС», позволяет комплексно оценить технико-экономические показатели эффективности инвестиций в развитие региональной сети автомобильных дорог. При этом в отличие от альтернативных методик рассчитывается чистый дисконтированный доход по транспортной, внетранспортной и интегральной составляющим, определяется срок окупаемости инвестиций.

2. В программном комплексе «МОДОС» решается задача определения количественных оценок для основных целевых показателей транспортной сети: определяется пропускная способность и средняя сетевая скорость потока как функция уровня загрузки дорог движением.

3. В качестве основного критерия для экономического учета объемов произведенной продукции в программном комплексе «МОДОС» используется показатель планируемого прироста внутреннего регионального продукта, что является важным для регионального развития.

4. Имитационная модель «МОДОС» может быть рекомендована для исследования вариантов развития региональных сетей автомобильных дорог, включая Свердловскую область, в рамках выполняемых Уральским филиалом ОАО «ГИПРОДОРНИИ» проектных работ по разработке схем развития региональных автомобильных дорог. Для широкого распространения программного комплекса «МОДОС» необходимо его тиражирование в качестве целевого программного продукта с организацией сервиса по установке, настройке, обучению персонала и обеспечению эксплуатационного обслуживания.

8.5. Моделирование транспортных потоков в среде программного комплекса PTV Vision Visum и PTV Vision Vissim

PTV Vision® – промышленный стандарт транспортного моделирования во многих странах мира. Основные области применения – транспортное планирование городов и регионов, оптимизация работы общественного транспорта, обоснование инвестиций, прогнозирование интенсивности движения.

PTV Vision® Visum представляет собой современную информационно-аналитическую систему поддержки принятия решений, которая позволяет осуществлять стратегическое и оперативное транспортное планирование, прогнозирование интенсивностей движения, обоснование инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры, оптимизацию транспортных систем городов и регионов, а также систематизацию, хранение и визуализацию транспортных данных.

Программный комплекс PTV Vision® Visum интегрирует в единую математическую транспортную модель всех участников дорожного движения: водителей транспортных средств, пассажиров и пешеходов. Объединение данных геоинформационных систем (ГИС) и показателей сложных взаимодействий нескольких систем транспорта позволяет получить оптимальную и масштабируемую транспортную модель.

Особенностью развития PTV Vision® Visum являются обширные связи с фундаментальными исследованиями (три центра разработки продукта – США, Германия и Япония) и, как следствие, самый широкий круг научных исследований в области методологии транспортного моделирования, который позволяет постоянно повышать качество алгоритмов и возможностей системы.

Структура транспортной модели в среде PTV Vision® Visum характеризуется следующей схемой (рис. 1.8).

Как видно из представленной схемы, основными элементами транспортной модели являются модель транспортной сети и модель транспортного спроса.

Модель транспортной сети – это комплекс взаимосвязанных объектов, характеризующих пространственное расположение и параметры элементов улично-дорожной сети, содержащих структурированную информацию о системах индивидуального и общественного транспорта. Модель транспортной сети является основой для моделирования перемещений участников транспортного движения и описания затрат на данные перемещения.

Модель транспортного спроса – это инструмент оценки транспортной сети, включающий совокупность математических моделей, рассчитывающих транспортные потоки между районами области планирования на основе структурных данных и данных о том, как население пользуется транспортом, а также данных о пространственном расположении объектов инфраструктуры и о существующем транспортном предложении. Результатом функционирования модели транспортного спроса являются качественные и количественные показатели, характеризующие причины возникновения транспортных

потоков и их объемы; выбор источника и цели передвижения; выбор транспортного средства и маршрута следования.

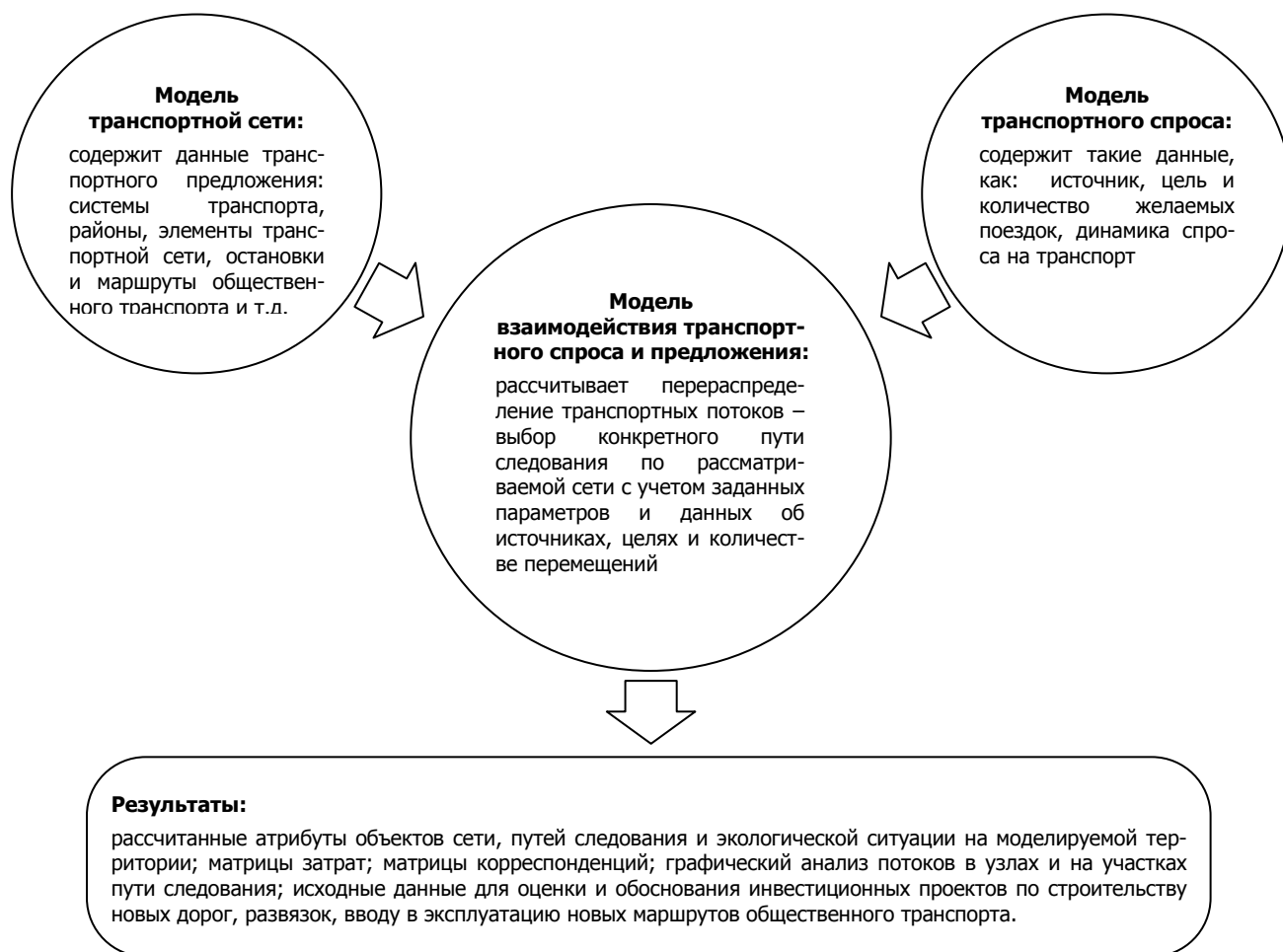


Рис. 1.8. Структура транспортной модели

Взаимодействие транспортного спроса и предложения определяет содержание транспортных событий. В результате их анализа осуществляется оптимальное перераспределение транспортных потоков и выбор конкретного пути следования по рассматриваемой сети с учетом заданных параметров и данных об источниках, целях и количестве перемещений.

Основной целью разработки транспортной модели является определение интенсивности движения транспортных средств и объемов пассажиропотока в современных условиях и на перспективу. Обоснованность прогнозов развития транспортной ситуации достигается учетом комплекса факторов, влияющих на социально-экономическое развитие региона, и учетом изменений в его транспортной инфраструктуре в рассматриваемый период времени.

В рамках разработки Комплексной схемы организации дорожного движения и транспортного сообщения Екатеринбургской

агломерации ОАО «ГИПРОДОРНИИ» были выполнены работы по макро- и микромоделированию транспортных и пешеходных потоков в программном комплексе PTV Vision Visum и PTV Vision Vissim.

Границы моделирования определены территорией Екатеринбургской городской агломерации в границах первого пояса, включающей городские округа Екатеринбург, Березовский, Верхняя Пышма, Среднеуральск, Арамилы, поселки Большой Исток и Седельниково Сысертского района.

Для описания состава и структуры транспортных потоков, формирующих нагрузку на транспортную сеть Екатеринбургской агломерации, разработана иерархическая классификация понятий, которые определяют содержание матриц корреспонденций. В модели рассматриваются общественный и индивидуальный виды транспорта, а также передвижение пешком.

Виды транспорта и используемые в них транспортные средства описываются при помощи класса «Система транспорта». В разработанной транспортной модели применяются три системы индивидуального и шесть систем общественного транспорта. Для каждой системы транспорта заданы значения максимально допустимой скорости движения на каждом из разработанных типов отрезков в модели транспортной сети.

Одна или несколько систем транспорта объединяются понятием «Режим», обеспечивающим комплексный анализ данных о входящих в него системах транспорта без учета вида транспортных средств. Каждая из систем индивидуального транспорта сопоставлена одноименному режиму. Все системы общественного транспорта объединены одним режимом – общественный транспорт.

Логическая связь между транспортным предложением и спросом на транспорт дифференцирована по типу транспортных средств или группе людей с помощью понятия «Сегмент спроса». Детализация передвижений грузового транспорта выполнена по типу подвижного состава: до 2 т, от 2 до 5 т, от 5 до 8 т, более 8 т, а поездок на общественном транспорте – для занятого населения и учащихся среднего специального и высшего образования. Вместе с тем, участники движения одного сегмента спроса общественного транспорта имеют возможность сменить систему транспорта в рамках одной поездки, например в результате пересадки.

На рис. 1.9 показана структура систем транспорта, режимов, сегментов спроса и матриц корреспонденций, применяемых в разработанной транспортной модели Екатеринбургской агломерации.

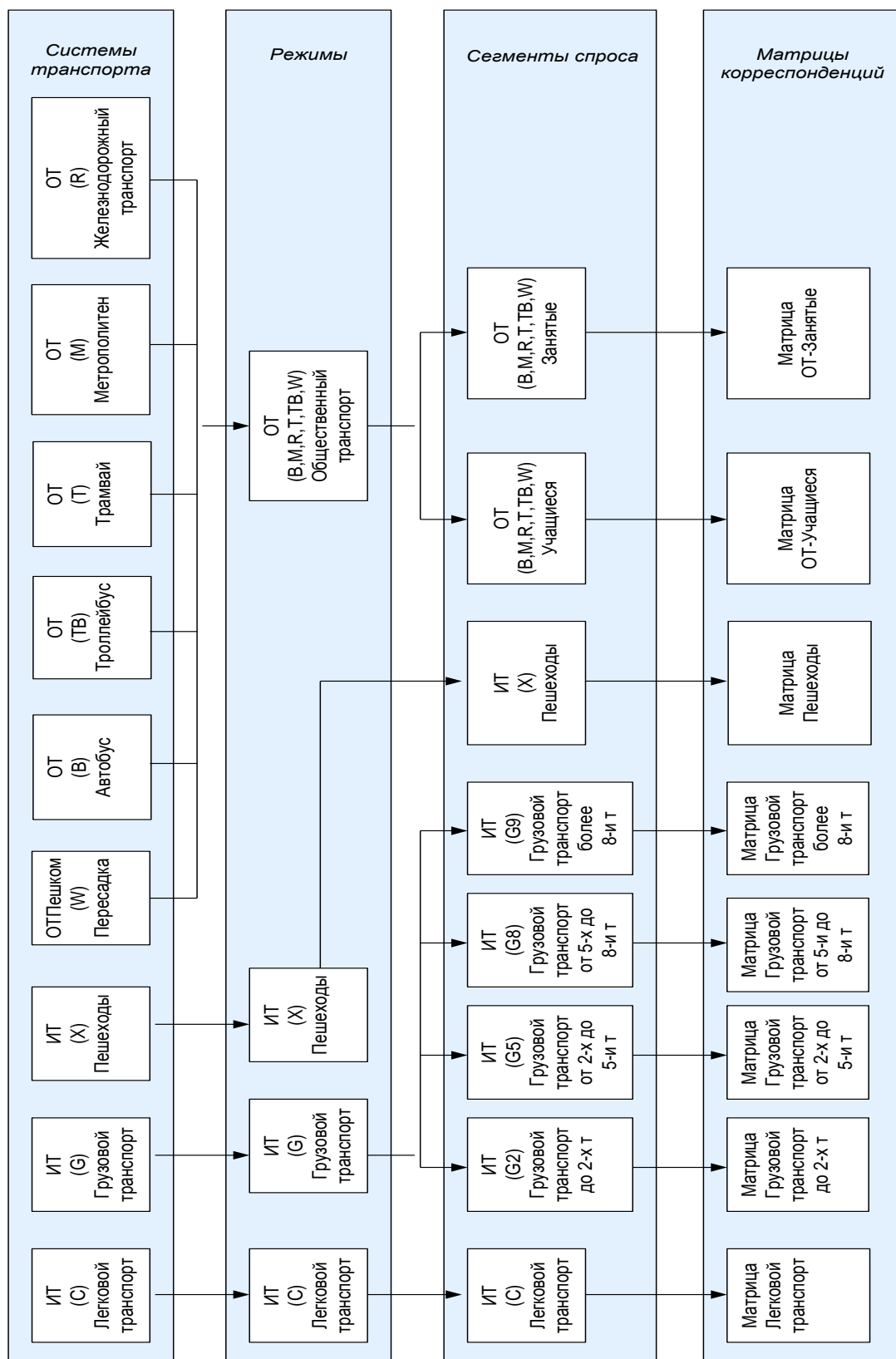


Рис. 1.9. Структура и состав взаимодействия подсистем транспортной модели (виды транспорта, режимы, сегменты спроса, матрицы корреспонденций)

Каждому сегменту спроса соответствует одна матрица корреспонденций, в связи с чем результаты перераспределения транспортных средств в модели выводятся на уровне сегмента спроса.

Структура пространственного развития в модели описывается с помощью следующих данных:

- транспортного районирования: границы транспортных районов; положение центров тяжести транспортных районов; места примыкания (примыканий) транспортного района к транспортной сети;
- данных социально-экономической статистики по транспортным районам: численности населения, занятого населения; количеству рабочих мест (в том числе на крупных предприятиях и в сфере обслуживания).

Территория моделирования Екатеринбургской агломерации разделена на 470 транспортных районов, в том числе 26 «кордонов» – районов, предназначенных для учета внешних корреспонденций. Для каждого транспортного района заданы исходные данные: общая численность населения, численность занятого населения; количество рабочих мест на крупных предприятиях, в сфере обслуживания и прочих рабочих мест. На основе данной информации будут рассчитаны объемы отправления из источника (района отправления) и прибытия в цель (района назначения). Дополнительные данные, полученные в результате анализа социологического опроса, позволят описать привлекательность того или иного района (группы районов) для выбора их в качестве места формирования или погашения транспортного потока.

Транспортные районы Екатеринбургской агломерации подразделяются на центральные, средние, периферийные и внешние. Центральные транспортные районы включают территорию центральной части города Екатеринбурга, условно ограниченную улицами Челюскинцев, Восточной, Ткачей, Фурманова, Московской. Средние транспортные районы включают территорию от границы центральных транспортных до «Первого транспортного кольца»: объездная дорога, Базовый переулок, Егоршинский проспект, улицы Шефская, Бакинских комиссаров, Бебеля. Периферийные транспортные районы – территория от границы средних транспортных районов до кольцевой автомобильной дороги включительно. Внешние транспортные районы включают территорию населенных пунктов Березовский, Верхняя Пышма, Среднеуральск, Арамилы, поселки Большой Исток и Седельниково Сысертского района. В районах-кордонах учтены населенные пункты, граничащие с городскими округами первого пояса Екатеринбургской агломерации, а также пограничные объекты внешнего и

пригородного пассажирского транспорта: железнодорожные станции, вокзалы, автовокзалы.

Современное территориальное распределение населения, мест приложения труда и учебы по транспортным зонам и районам-кордонам получено в результате анализа данных о расположении на территории административных районов города избирательных участков и о численности избирателей, приписанных к данным участкам. Каждому транспортному району были поставлены в соответствие расположенные на его территории избирательные участки. Для каждого избирательного участка была рассчитана оценочная численность населения по количеству избирателей, приписанных к данному участку. Для приведения численности населения транспортных районов к фактическим данным были использованы поправочные коэффициенты. Транспортное районирование города Екатеринбурга, структура расселения и занятости населения даны на рис. 1.10.

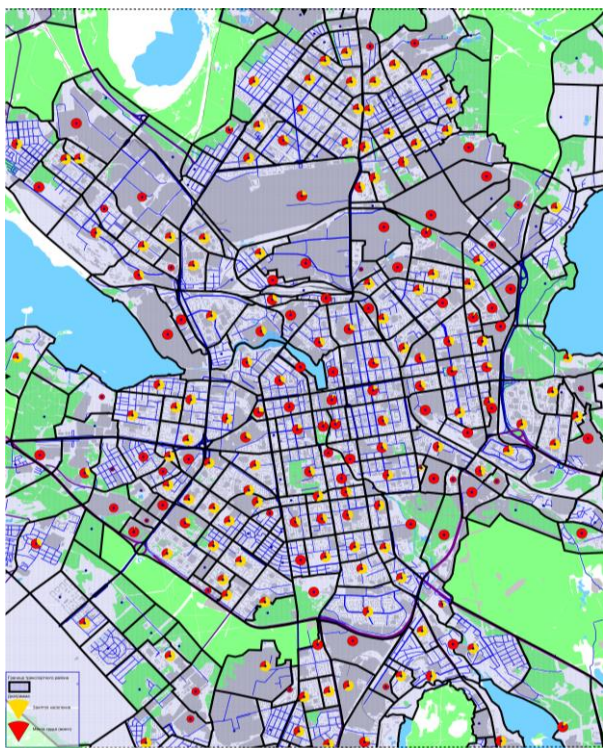


Рис. 1.10. Транспортное районирование, структура и занятость населения г. Екатеринбурга

Определение направлений и расчет объемов транспортных потоков Екатеринбургской агломерации выполнены с помощью моделей и алгоритмов из различных областей математической науки: статистики, теории вероятностей, теории информации. Параметры функций, характеризующих выбор источника и цели перемещений, установлены с учетом транспортного поведения населения Екатеринбургской агломерации. Изучение транспортного поведения населения выполнено по результатам социологического опроса и натурных исследований изменения интенсивности движения и пассажиропотока.

Важным результатом транспортного моделирования с использованием программного комплекса PTV Vision® Visum является транспортное планирование, визуализация транспортных потоков и предпроектная проработка вариантов (рис. 1.11–1.13) развития транс-

портных систем перед принятием проектных решений по реконструкции и модернизации улично-дорожной сети с учетом прогноза роста интенсивности, транспортного спроса и прочих факторов.



Рис. 1.11. Картограмма интенсивности движения транспорта в г. Екатеринбурге, полученная в результате моделирования в программном комплексе PTV Vision® Visum

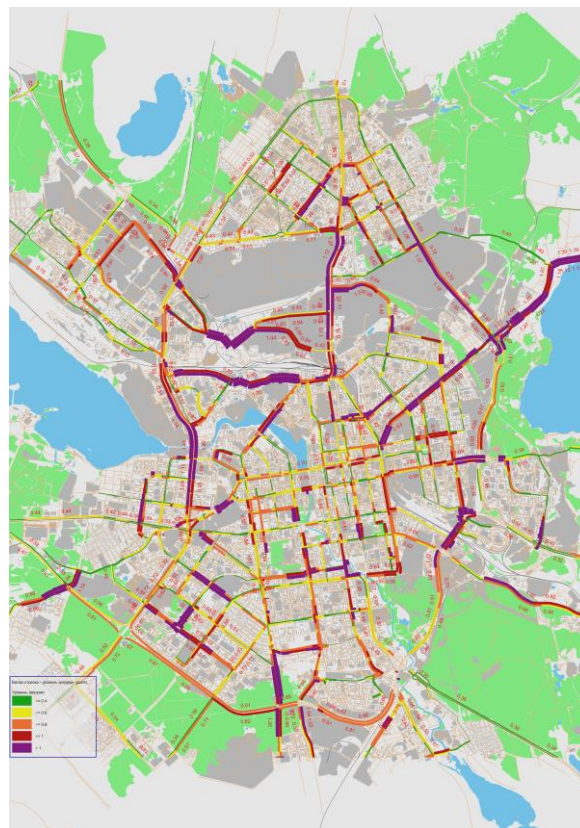


Рис. 1.12. Уровни загрузки участков улично-дорожной сети г. Екатеринбурга, полученные в результате моделирования в программном комплексе PTV Vision® Visum

В целях проработки вариантов проектных решений на пересечениях магистралей и перегонах в рамках разработки Комплексной схемы организации дорожного движения и транспортного сообщения Екатеринбургской агломерации было проведено имитационное макро моделирование транспортной ситуации в программном комплексе PTV Vision Vissim.

Неоспоримым достоинством данного программного обеспечения является сложная и достоверная модель, лежащая в основе его работы. В моделировании на макроуровне PTV Vision Vissim заложена психо-физическая модель Видеманна, которая максимально точно воспроизводит характер движения транспортного потока. Получению

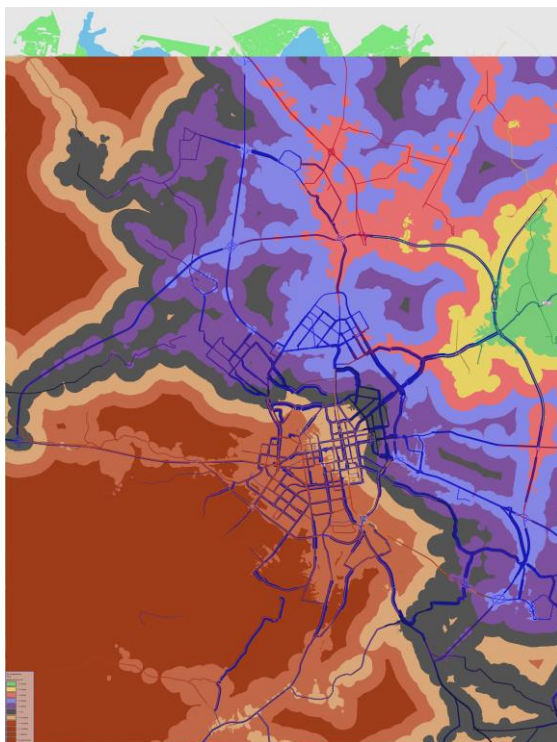


Рис. 1.13. Изохронограмма скорости сообщения транспорта г. Екатеринбурга, полученная в результате моделирования в программном комплексе

количественных показателей предшествует созданию транспортной модели рассматриваемого объекта. Откалибровав и проверив точность последней, проектировщик может получить любой из показателей работы транспортного потока.

Транспортная модель связывает ускорение/замедление транспортных средств с режимом работы двигателя и выдает показатели как энергоэффективности, так и экологической оценки.

В результате макромоделирования в программном комплексе PTV Vision Vissim проектировщик получает видеофайлы с объемным 3D изображением искусственных сооружений и движущихся по ним транспорт-

ных средств и пешеходов, что достоверно показывает проектные и архитектурные преимущества инженерного сооружения и транспортную ситуацию, возникающую при его устройстве. Примеры макромоделей транспортных развязок в г. Екатеринбурге представлены на рис. 1.14-1.15.

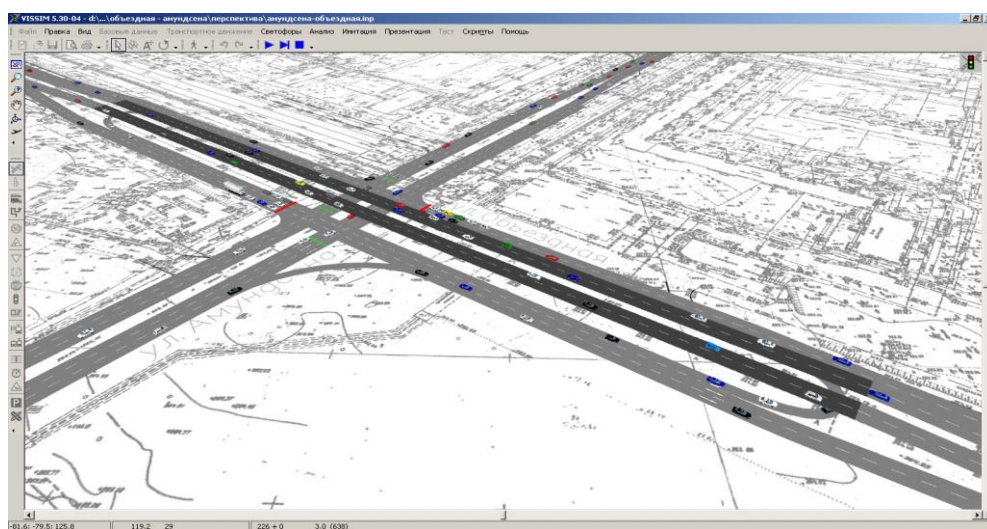


Рис. 1.14. Транспортная модель пересечения улиц Амундсена – Объездная дорога в г. Екатеринбурге, полученная в программном комплексе PTV Vision® Vissim

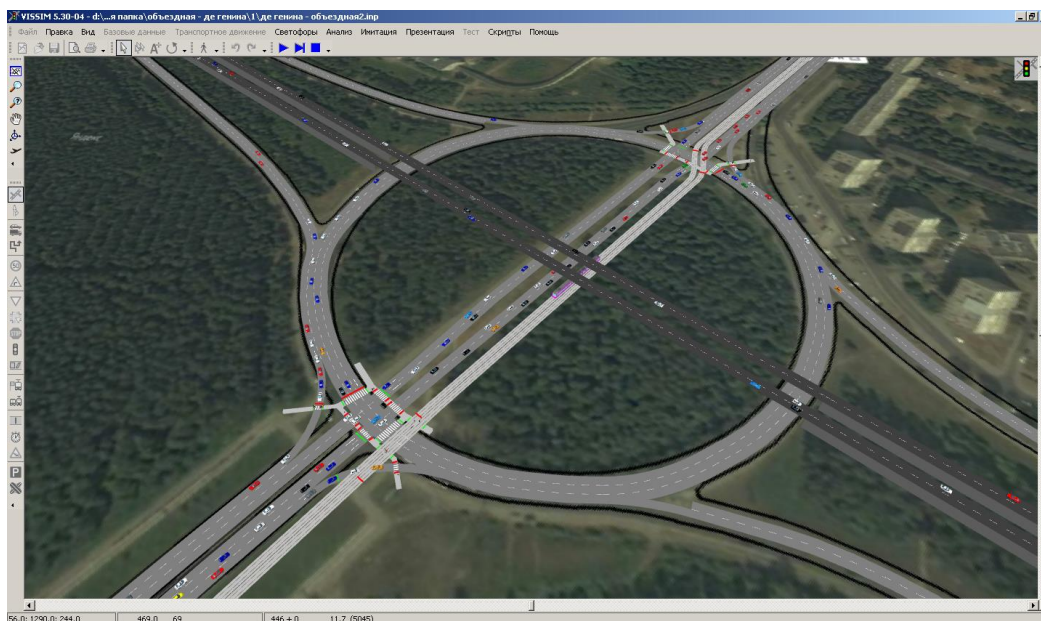


Рис. 1.15. Транспортная модель пересечения улиц Вильгельма де Геннина – Серафимы Дерябиной – Объездная дорога в г. Екатеринбурге, полученная в программном комплексе PTV Vision® Vissim

Таким образом, моделирование транспортных потоков в программных средах PTV Vision Visum и PTV Vision Vissim является не только эффективным, но и необходимым условием для транспортного планирования и оптимизации транспорта: в городах, регионах, мегаполисах, отдельно взятых районах и т. д. Данные программы позволяют интегрировать всех участников движения в единую математическую транспортную модель и на ее основе разрабатывать различные варианты развития транспортной сети. В современной инженерной науке при планировании и анализе немислимо обходиться без инструмента имитации. Программы PTV Vision способны моделировать не только транспортное движение, но и движения воздушных, морских судов, а также пешеходных потоков.

Глава 2

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ПРИМЕРЕ БПЛА DJI PHANTOM 4

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА), например DJI Phantom 4, являются чрезвычайно умными летающими камерами, способными самостоятельно отслеживать объекты, избегать препятствий и летать, снимая при этом 4К видео или делая фотографии 12 Мп. С Phantom 4 возможно снимать 4К видео и видео 1080P со скоростью до 120 кадров в секунду, делать 12 Мп фотографии. Усовершенствованный датчик изображения дает большую ясность, низкий уровень шума, а также лучшие снимки, чем любая из предыдущих летающих камер.

Tapfly и ActiveTrack – две команды в приложении DJI GO, уникальные для Phantom 4. С помощью простого нажатия на экран оператор может управлять аппаратом в любом месте, а также легко отслеживать движущийся объект.

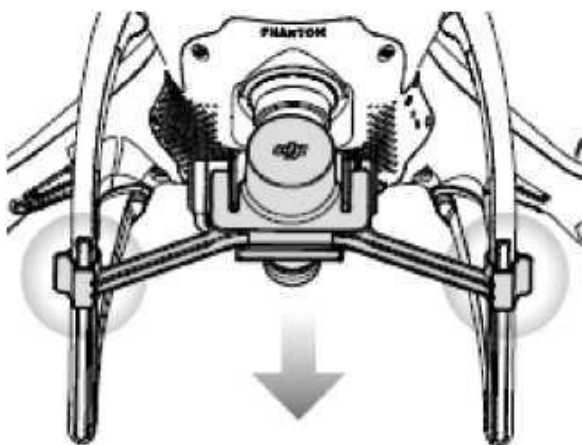
DJI Intelligent Flight Battery: новый аккумулятор ёмкостью 5350 мАч, оснащен улучшенными элементами и имеет передовую систему управления питанием, чтобы обеспечить полет в течение 28 мин.

Контроллер полета DJI Phantom 4 был обновлен, чтобы обеспечить более безопасный, более надежный полет. Контроллер регистрирует и сохраняет важные данные каждого полета, а система визуального позиционирования повышает точность зависания при полете в помещении или в средах, где GPS недоступна. Конструкция дублированных IMU и компаса обеспечивает избыточность информации для полёта беспилотных летательных аппаратов на примере БПЛА DJI Phantom-коптера.

1. Подготовка коптера

Удаление фиксатора подвеса

Снимите фиксатор подвеса, как показано ниже:



Установка пропеллеров

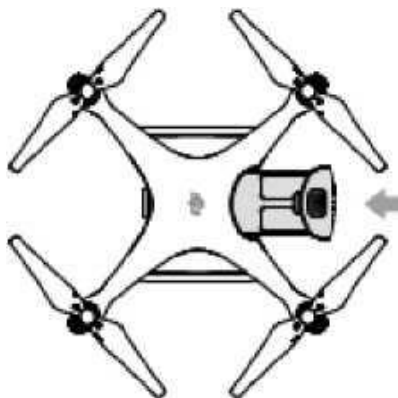
Установите пропеллеры с черными кольцами на моторы с черными точками. Установите пропеллеры с серебряными кольцами на моторы без черных точек. Прижмите пропеллер к мотору и проверните в направлении значка замка до тех пор, пока пропеллер не будет зафиксирован.



Убедитесь, что все пропеллеры надежно закреплены перед каждым полетом.

Установка аккумулятора

Вставьте аккумулятор в батарейный отсек в соответствии с направлением стрелки, как показано ниже. Убедитесь, что вы услышали звук щелчка, это означает, что батарея надежно установлена. Несоблюдение этого правила может повлиять на безопасность полета вашего коптера.



Подготовка пульта дистанционного управления

Наклоните держатель для мобильных устройств в нужное положение, а затем поверните антенны, чтобы они смотрели наружу:

- нажмите кнопку на правой стороне держателя мобильного устройства, чтобы освободить фиксатор, настройте размер под ваше мобильное устройство;
- закрепите ваше мобильное устройство в зажиме и подключите его к пульту дистанционного управления с помощью кабеля USB:
- подключите один конец кабеля к мобильному устройству, а другой конец – к порту USB на задней панели пульта дистанционного управления.

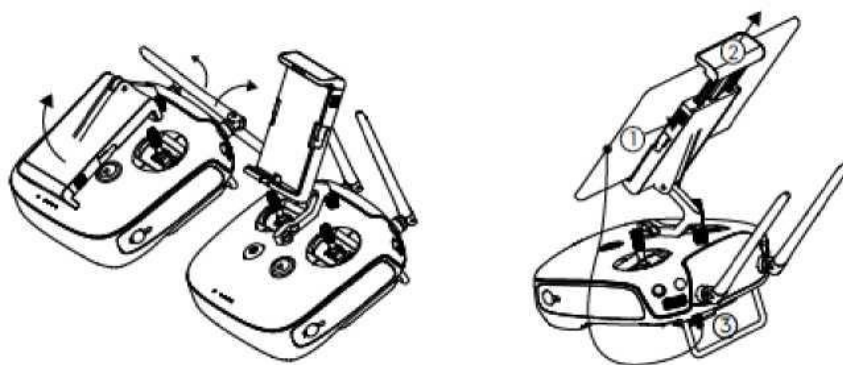


Схема коптера и пульта дистанционного управления с обозначением основных элементов представлена на рис. 2.1, 2.2.

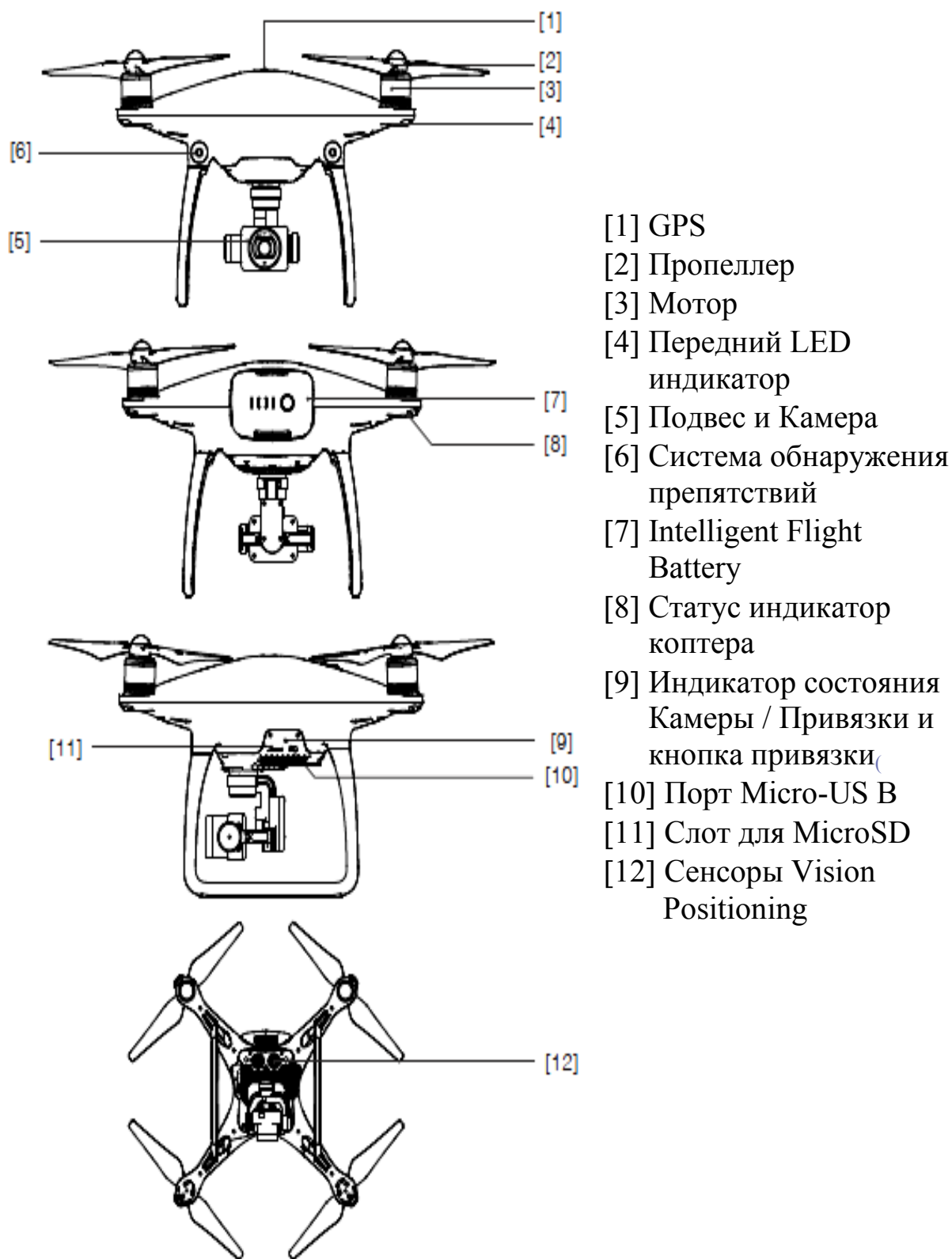


Рис. 2.1. Схема коптера

[1] Антенны
управления коптером
и приёма видеосигнала;

[2] Держатель для
мобильного устройства –
место для вашего
мобильного устройства;

[3] Ручка управления.
Управляет ориентацией
и движением коптера;

[4] Кнопка (RTH) возврат
домой. Нажмите и
удерживайте кнопку,
чтобы начать возврат
(RTH);

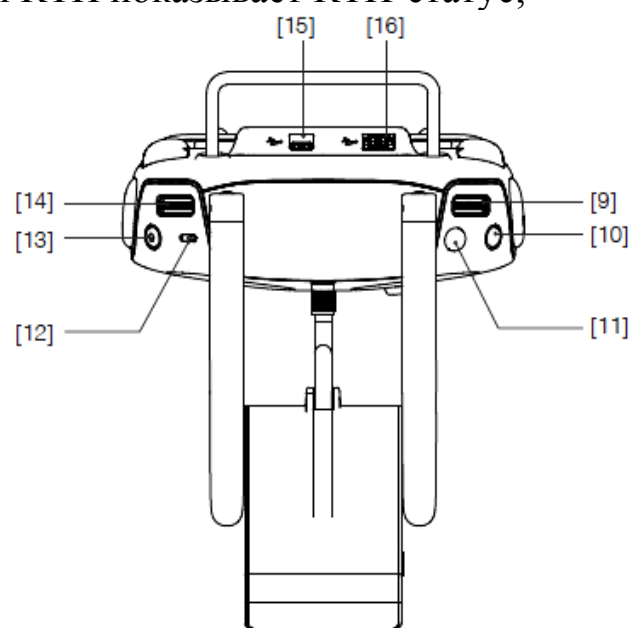
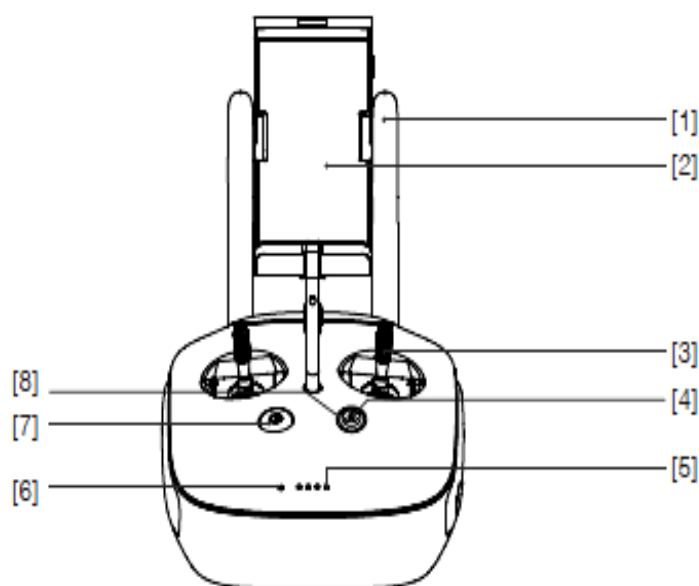
[5] LED уровня заряда аккумулятора;
Отображает текущий уровень заряда.

[6] Статус LED.
Отображает состояние пульта ДУ;

[7] Кнопка включения.
Используется для включения или выключения питания;

[8] RTH LED.
LED-кольцо вокруг кнопки RTH показывает RTH-статус;

[9] Диск настройки камеры.
Поверните диск, чтобы
настроить параметры
камеры. (Функция
доступна, только когда
пульт ДУ подсоединен
к мобильному
устройству с
запущенным
приложением DJI GO);



- [10] Кнопка паузы Intelligent Flight. Нажмите один раз, чтобы коптер вышел из режима полёта TapFly, Active Track и Advanced mode;
- [11] Кнопка спуска затвора. Нажмите, чтобы сфотографировать. Если включена серийная съемка, серия фотографий будет выполнена с помощью одного нажатия;
- [12] Переключатель режимов полета. Переключение между режимами P-mode, S- mode, and A-mode;
- [13] Кнопка записи видео. Нажмите, чтобы начать запись видео. Нажмите еще раз, чтобы остановить запись;
- [14] Диск подвеса. Используйте этот диск для наклона подвеса;
- [15] Порт Micro-USB. Зарезервированный порт (не используется);
- [16] Порт USB. Подключение к мобильному устройству для запуска приложения DJI GO;
- [17] Кнопка C1. Кнопка настраивается в приложении DJI GO;
- [18] Кнопка C2. Кнопка настраивается в приложении DJI GO;
- [19] Разъем питания. Подключение к источнику питания для зарядки внутренней батареи пульта ДУ

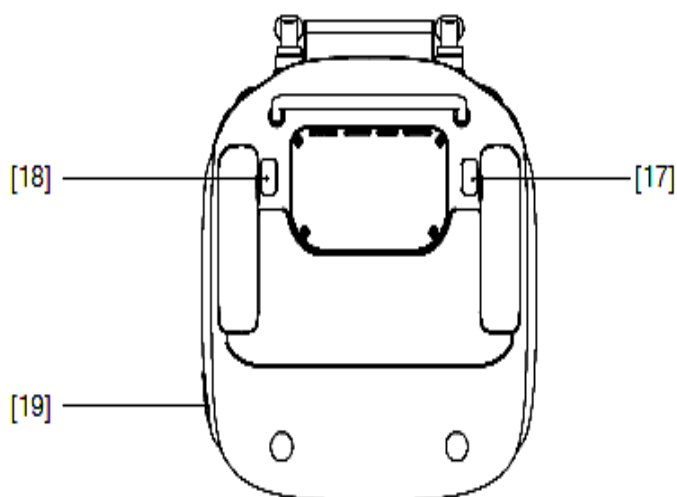


Рис. 2.2. Схема пульта дистанционного управления

2. Особенности полетного контроллера, системы визуального позиционирования и интеллектуальной бортовой батареи

2.1. Полетный контроллер

Полетный контроллер Phantom 4 включает несколько важных обновлений, в том числе новые режимы полета, режимы безопасности Failsafe и Return-to-Home. Эти функции обеспечивают безопасное возвращение коптера на точку старта, если потерян сигнал управления. Полетный контроллер может также сохранять важные данные полета в устройство хранения на борту. Новый полетный контроллер также обеспечивает повышенную стабильность и новую функцию торможения в воздухе.

2.2. Полетные режимы

Доступны три полетных режима. Описание каждого режима приведены ниже.

P-mode (Positioning): коптер использует GPS, и система обнаружения препятствий для автоматической стабилизации перемещается между препятствиями или отслеживает движущийся объект. В этом режиме включены такие расширенные функции, как TapFly и ActiveTrack.

S-mode (Sport): В Спорт-режиме (S-mode) настройки корректируются в целях повышения маневренности коптера. В этом режиме максимальная скорость полета коптера увеличена до 20 м/с. Обратите внимание, что сенсорная система обнаружения препятствий в этом режиме отключена.

A-mode (Attitude): Когда GPS и система обнаружения препятствий недоступны, коптер будет использовать для контроля высоты и определения местоположения только барометр.

Система обнаружения препятствий отключена в режиме Спорт (*S-mode*), это означает, что коптер не сможет автоматически избегать препятствий на траектории полета. Будьте бдительны и держитесь подальше от близлежащих препятствий.

В режиме Спорт (*S-mode*) максимальная скорость коптера и тормозной путь значительно увеличиваются. Минимальное расстояние для торможения в безветренных условиях составляет минимум 50 м.

В режиме Спорт (*S-mode*) отзывчивость коптера значительно увеличивается, это означает, что небольшое движение ручки на пульте дистанционного управления приведёт к более резкому движению коптера. Будьте бдительны и поддерживайте адекватное пространство для маневра во время полета.

В режиме Спорт (*S-mode*) скорость спуска коптера значительно увеличивается, требуется в безветренных условиях тормозной путь минимум 50 м.

2.3. Индикатор статуса полета

Phantom 4 имеет передние LED-индикаторы и LED-индикаторы состояния коптера. Расположение этих LED-индикаторов показаны на рис. 2.3.

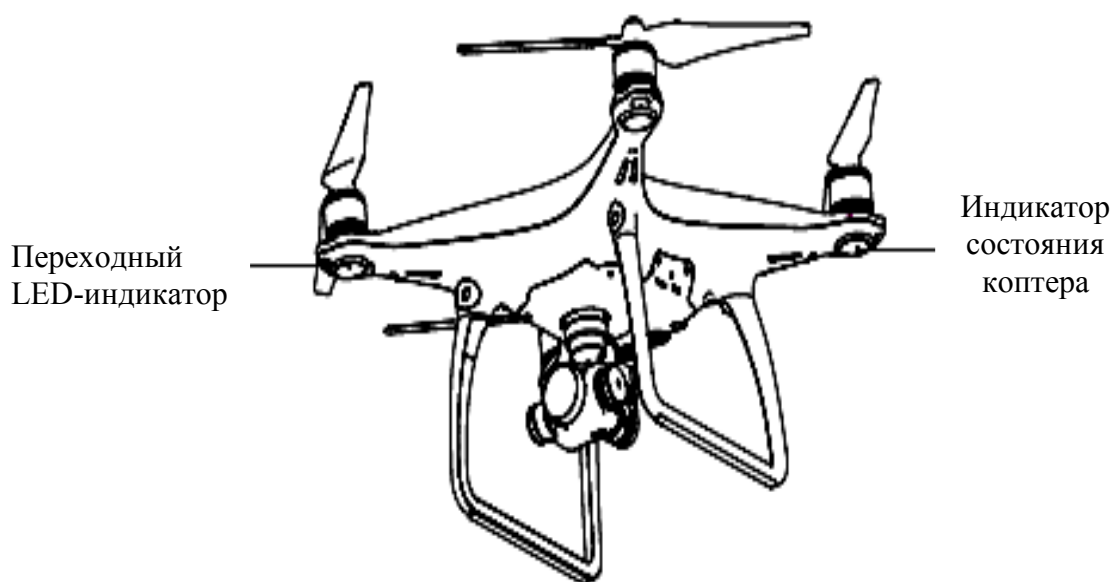


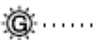
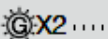

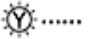


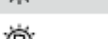




Рис. 2.3. Индикаторы статуса полета

Передние LED-индикаторы показывают ориентацию коптера. Когда коптер включен, передние LED-индикаторы светятся постоянным красным цветом, чтобы показать, где находится нос у коптера. Индикаторы состояния коптера показывают состояние полетного контроллера. В табл. 2.1 приведена информация об индикаторах состояния коптера.

Таблица 2.1




Описание индикатора состояния (Aircraft Status Indicator Description)

Нормальный	
 Красный, зеленый и желтый мигают Альтернативно	Включение и самодиагностика
 Зеленый и желтый мигают	Происходит разогрев системы
 Зеленый мигает медленно	Безопасный полет (P-mode или S-mode с GPS, Vision Positioning and Obstacle Sensing)
 Зеленый мигает два раза	Безопасный полет (P-mode или S-mode с GPS, Vision Positioning and Obstacle Sensing)
 Желтый мигает медленно	Безопасный полет (A-mode но без GPS and Vision Positioning and Obstacle Sensing)
Предупреждение	
 Желтый мигает быстро	Потерян сигнал от пульта ДУ
 Красный мигает медленно	Предупреждение о низком заряде батареи
 Красный мигает быстро	Критически низкий заряд батареи
 Красный мигает Альтернативно	Ошибка IMU
 — Постоянно горит красный	Критическая ошибка
 Мигает красный и желтый альтернативно	Требуется калибровка компаса

2.4. Возврат домой (Return-to-Home RTH)

Функция возврата домой позволяет вернуть коптер в последнюю заданную точку «Дом». Есть три разновидности возврата домой: Smart RTH, Low Battery RTH и Failsafe RTH.

Описание точки «Дом» представлено ниже:

	GPS	Описание
Точка Дом (Home Point)		Если перед взлетом сигнал GPS был уверенный, то Точка Дом записывается в том месте, откуда был запущен коптер. Значок GPS () показывает уровень сигнала. Индикатор состояния коптера, будет быстро мигать когда записывается Точка Дом (Home Point).

Когда система Obstacle Sensing System включена и условия освещения достаточны, коптер может обнаруживать и избегать препятствия. Коптер будет автоматически подниматься вверх, чтобы избежать столкновения, и лететь к точке «Дом» на новой высоте.

Failsefe RTH

Если точка «Дом» записана успешно и компас функционирует нормально, то *Failsafe RTH* активируется автоматически, если сигнал дистанционного управления (в том числе видеосигнал) теряется более чем на 3 с. Процесс возвращение домой может быть прерван, и оператор может восстановить контроль над коптером, если сигнал дистанционного управления возобновляется.

На рис. 2.4 представлена иллюстрация *Failsefe RTH*



Рис. 2.4. Иллюстрация Failsefe RTH

В процессе работы нужно учитывать следующие важные положения:

- коптер не может вернуться к точке «Дом», когда сигнал GPS слабый (отображается серым цветом) или отсутствует;
- коптер автоматически приземляется, если RTH срабатывает, когда коптер находится в радиусе 20 м от точки «Дом». Если коптер достиг высоты 20 м над уровнем моря, то он остановит свой подъем и начнет немедленно возврат в точку «Дом»;
- коптер не может избежать препятствий во время Failsafe RTH, поэтому важно установить подходящую высоту возврата перед каждым полетом. Необходимо запустить приложение DJI GO и ввести «Camera», затем выбрать «MODE > Advanced Settings > Failsafe mode» и установить высоту возврата;
- пользователь не может управлять коптером, когда коптер поднимается на безопасную высоту. Однако пользователь может нажать один раз кнопку RTH, чтобы остановить подъем и восстановить управление.

Smart RTH (умный возврат)

Кнопка RTH на пульте дистанционного управления (см. «кнопка RTH») или кнопка RTH в приложении DJI GO, когда GPS доступен, позволяет быстро включить RTH (возврат в точку «Дом»). При возвращении коптера в точку «Дом» пользователь может контролировать его ориентацию, чтобы избежать столкновения с препятствиями. Если нажать кнопку Smart RTH один раз, то начнется процесс, а если нажать кнопку Smart RTH снова, то коптер выйдет из режима Smart RTH и восстановится полный контроль.

Низкий уровень заряда батареи RTH

Возврат в точку «Дом» по низкому уровню заряда батареи срабатывает, когда DJI Intelligent Flight Battery разряжена до такой степени, что это может повлиять на безопасное возвращение. Если вы видите предупреждения, показанные на рис. 2.5, рекомендуется вернуться домой или сразу посадить коптер. Когда предупреждение о разряде батареи срабатывает, то приложение DJI GO предупреждает об этом. Если не предпринимается никаких действий в течение 10 с, будет автоматически включено возвращение в точку «Дом» (RTH). Пилот может отменить возврат RTH, нажав один раз на кнопку RTH. Пороговые значения для этих предупреждений автоматически определяются на основе текущей высоты коптера и расстояния до точки «Дом».

Если текущего уровня заряда аккумулятора хватает только на приземление, то коптер произведет автоматическую посадку. Пилот может использовать пульт дистанционного управления для контроля ориентации коптера в процессе автоматической посадки.

Индикатор уровня заряда батареи в приложении DJI GO и его описание представлены на рис. 2.5 и в табл. 2.2.



Рис. 2.5. Индикатор уровня заряда батареи

Таблица 2.2

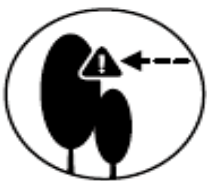
Описание обозначений индикатора уровня заряда батареи

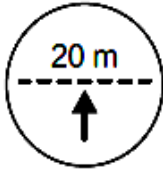
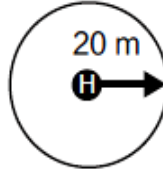


Уровень заряда Предупреждение	Замечание	Статус индикатор коптера	Приложение DJI GO	Инструкция
Низкий заряд Уровень предупреждения	Низкий заряд батареи, приземлите коптер.	Статус индикатор коптера мигает красным медленно.	Нажмите "Go-home", и коптер автоматически вернется в точку Дом, или нажмите "Cancel" для возвращения к нормальному полету. Если никаких действий не происходит, через 10 сек. коптер полетит домой. На пульте ДУ будет звучать сигнал тревоги.	Когда коптер вернется и приземлится, как можно скорее, остановите моторы и замените батарею.
Критически низкий заряд	Коптер должен быть приземлен немедленно.	Статус индикатор мигает красным быстро.	Экран приложения DJI GO будет мигать красным и коптер начнет снижаться. На пульте ДУ будет звучать сигнал тревоги.	Коптер начнет снижаться и автоматически приземлится.
Оценка оставшегося времени полета	Оценка оставшегося времени полета основанная на текущем уровне заряда батареи.	N/A	N/A	N/A

В случае, когда уровень заряда батареи активизирует автоприземление и коптер начинает автоматически приземляться, пилот может перевести ручку газа вверх, чтобы передвинуть коптер в более подходящее место для посадки.

Цвета зон и маркеры на индикаторе уровня заряда батареи отражают оставшееся время полета и регулируются автоматически в зависимости от текущего местоположения и статуса коптера.

Важная информация по технике безопасности представлена ниже.

	<p>Коптер не может избежать препятствий во время Failsafe RTH когда система обнаружения препятствий отключена. Поэтому важно установить подходящую высоту возврата перед каждым полетом. Запустите приложение DJI GO и введите «Camera», затем выберите «MODE» > Advanced Settings > Failsafe mode», чтобы установить высоту возврата</p>
---	---

	<p>Если коптер летит ниже 20 м и срабатывает Failsafe (в том числе Smart RTH, Lower Battery RTH), коптер сначала автоматически поднимется до 20 м от текущей высоты. Вы можете прекратить подъем коптера, только отменив.</p>
	<p>Коптер автоматически приземляется, если RTH срабатывает, когда коптер летит в радиусе 20 м от точки «Дом» (Home Point). Если коптер достиг высоты 20 м или более над уровнем моря, и вы переместили ручку газа, то Коптер остановит подъем и немедленно вернется к точке «Дом».</p>
	<p>Коптер не сможет вернуться к точке «Дом», если сигнал GPS слабый ([📶] показан серым цветом) или сигнал GPS вообще отсутствует.</p>
	<p>Если вы переместите ручку газа после того, как самолет поднимется выше 20 м, но ниже заданной высоты возврата, то коптер остановит подъем и немедленно вернется к точке «Дом»</p>

Обход препятствий во время Failsafe RTH

Коптер может обнаруживать и активно пытаться избегать препятствия во время автовозврата (FailSafe RTH) при условии, что освещенность идеальна для системы обнаружения препятствий.

Подробности о том, как коптер будет вести себя при встрече с препятствиями, приведены ниже (рис. 2.6):

- коптер замедляется, когда в 30 м перед ним обнаруживается препятствие;
- коптер останавливается и зависает, потом начинает подниматься вертикально, чтобы избежать препятствий. В конце концов коптер прекращает подъем, когда высота над обнаруженным препятствием составит не менее 5 м;
- процедура возврата (Failsafe RTH) возобновляется, и коптер продолжает движение к домашней точке на текущей высоте.

Чтобы обеспечить коптеру статичное движение, оператор не может поворачивать его в режиме FailSafe RTH, пока включена система обнаружения препятствий. Коптер не может обнаружить препятствие, которое находится непосредственно над ним.

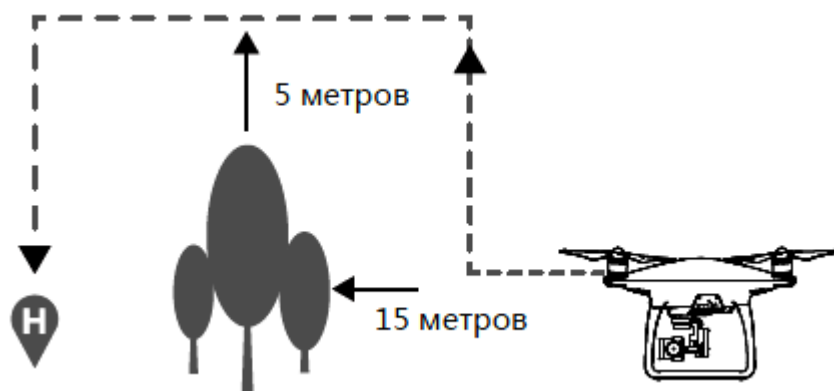


Рис. 2.6. Обозначение траектории движения коптера при избегании препятствия во время автовозврата

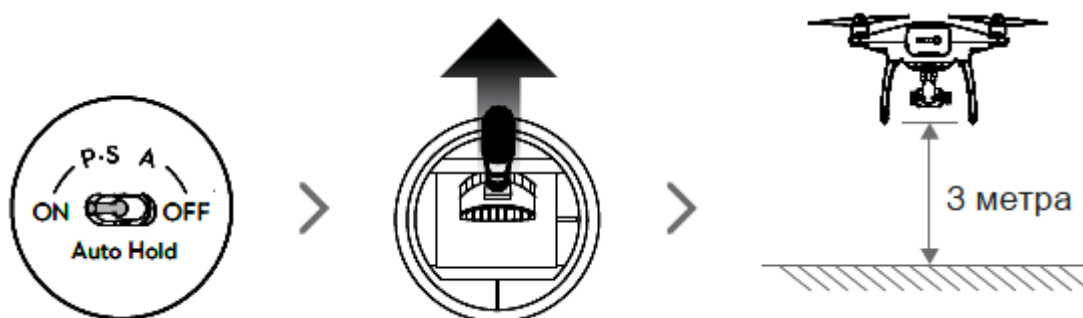
2.5. Полёт нажатием / TapFly

Теперь с помощью функции TapFly можно нажатием на экран мобильного устройства указать направление полёта без использования пульта дистанционного управления. Коптер может автоматически избегать препятствия или остановиться во время полета при условии, что освещение не слишком темное (< 300 лк) и не слишком яркое ($> 10\,000$ лк).

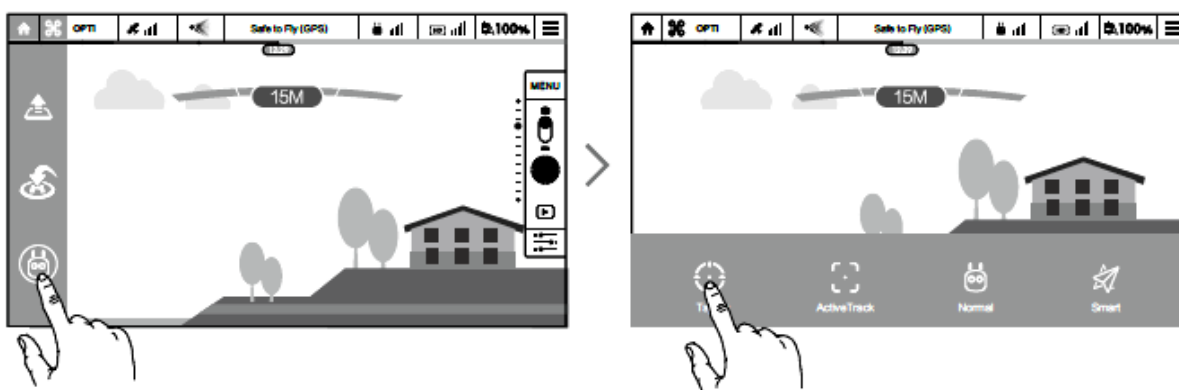
Использование TapFly

Убедитесь, что уровень заряда Intelligent Flight Battery составляет более 50 % и коптер находится в P-mode. Чтобы использовать TapFly, необходимо выполнить действия, описанные ниже.

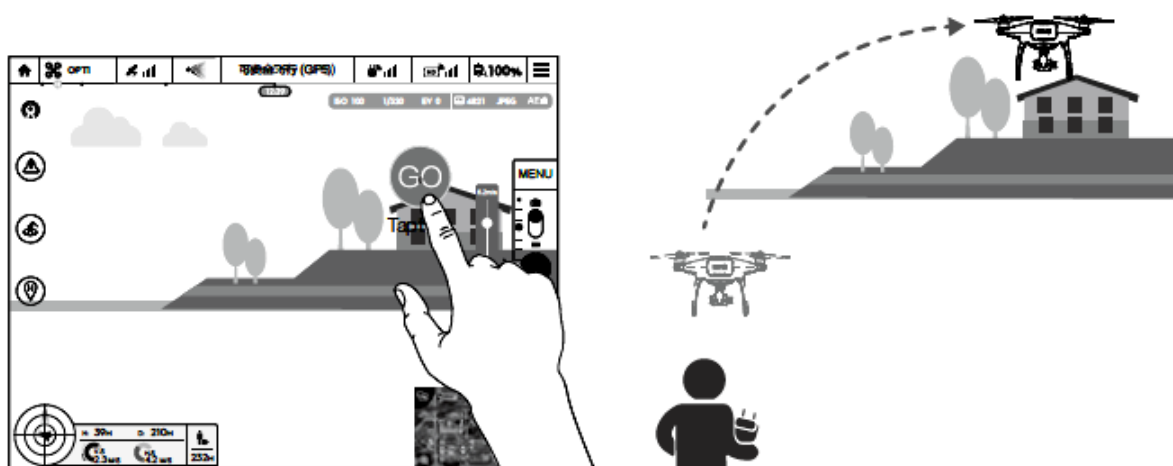
Взлетите и убедитесь, что коптер летит по крайней мере на высоте 3 м над землей.



Запустите DJI GO и нажмите кнопку TapFly в нижней части камеры, прочитайте подсказки.



Нажмите один раз на желаемую цель полета и ждите, пока появится значок «GO». Нажмите еще раз, чтобы подтвердить выбор, и коптер автоматически полетит по направлению к выбранной точке.

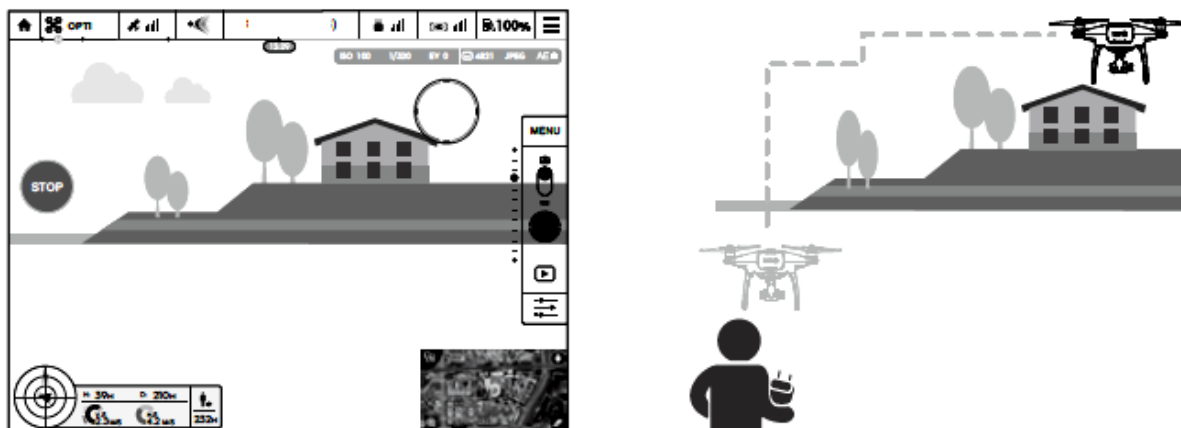


При этом следует учитывать следующие правила.

1. Не направляйте коптер в сторону людей, животных, мелких объектов (например ветвей деревьев и линии электропередач).
2. Следите за препятствиями, которые находятся на траектории полета, и держитесь от них подальше.
3. Могут быть отклонения между ожидаемой и фактической траекторией полета.
4. Зона выбора направления полета имеет ограничения. Пилот не может сделать выбор TapFly слишком близко к верхнему или нижнему краю экрана.
5. Режим TapFly может не работать должным образом, когда коптер летит над поверхностью воды или снега.

Будьте осторожны при полете в очень темном (< 300 лк) или ярком ($> 10\,000$ лк) местах.

После того, как подтвердили выбор TapFly, коптер автоматически полетит к области, отмеченной значком. Следует обратить внимание, что пилот может использовать ручки управления для контроля движения коптера во время полета.

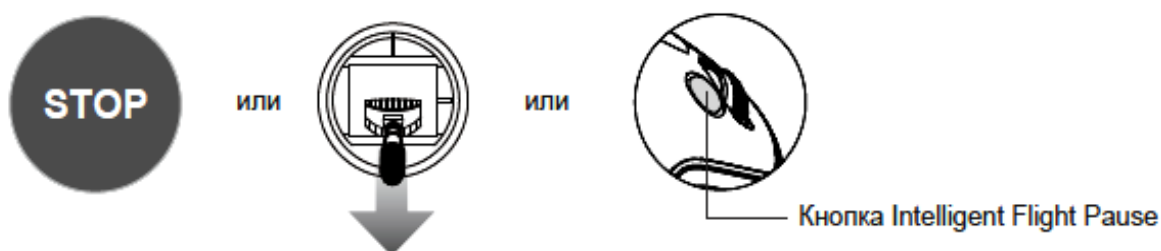


Обратите внимание, что коптер будет также автоматически регулировать свою скорость, когда перед ним обнаружено препятствие или он летит слишком близко к земле. Тем не менее пользователь не должен полагаться на эту функцию для навигации коптера между препятствиями. В то же время процедура FailSafe отменит операцию TapFly, и если сигнал GPS не потерян, коптер выйдет из автономного полета TapFly и полетит обратно в точку «Дом» автоматически.

Выход из TapFly

Необходимо использовать следующие методы, чтобы выйти из режима TapFly.

1. Нажмите один раз на кнопку Intelligent Flight Pause на пульте дистанционного управления или потяните на себя стик шага на пульте дистанционного управления.
2. Нажмите кнопку «STOP» на экране.



После выхода из TapFly коптер зависнет. Пилот может либо указать новое направление полёта, чтобы продолжить полёт, либо вернуть коптер к точке «Дом» вручную.

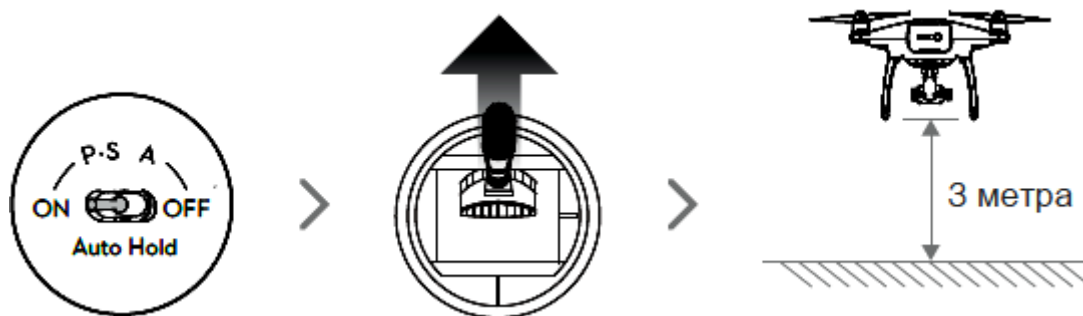
2.6. ActiveTrack

ActiveTrack позволяет пометать и отслеживать движущийся объект на экране мобильного устройства. Коптер будет автоматически избегать препятствия на своем пути.

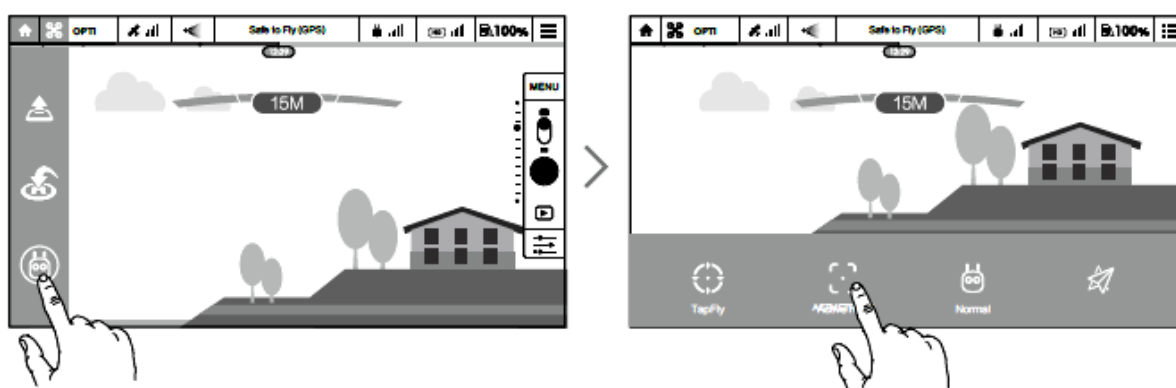
Использование функции ActiveTrack

Следует убедиться, что Intelligent Flight Battery имеет заряд более чем 50 % и коптер находится в режиме P-mode или S-mode. Необходимо выполнить следующие действия.

1. Взлетите и остановитесь в воздухе по крайней мере на высоте 3 м над землей.

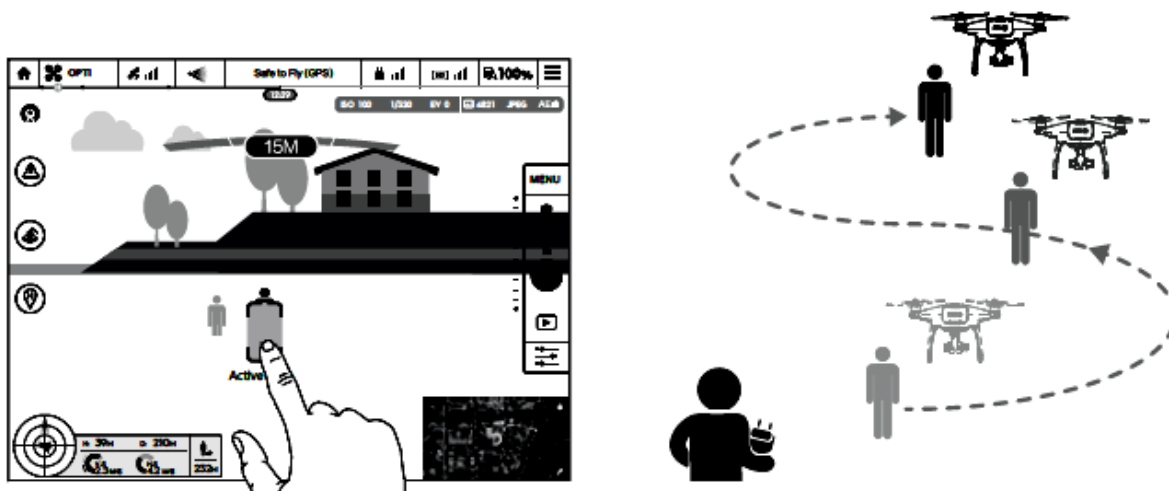


2. В приложении DJI GO нажмите кнопку «ActiveTrack», чтобы выбрать режим полета ActiveTrack



3. Растяните прямоугольник вокруг объекта, который вы хотите отслеживать, и нажмите на него для подтверждения выбора. Прямоугольник с указанием цели станет зеленым, когда начнется

отслеживание. Если поле становится красным, объект не был идентифицирован, и необходимо попробовать еще раз.



Следует учитывать следующие правила:

а) не направляйте коптер в сторону людей, животных, мелких объектов (например ветвей деревьев и линии электропередач) или прозрачных объектов (например стеклянных или к поверхности воды);

б) держитесь подальше от препятствий вблизи траектории полета, особенно когда коптер летит назад;

в) будьте особенно бдительными при использовании ActiveTrack в следующих ситуациях:

- отслеживаемый объект движется по неровной плоскости;
- отслеживаемый объект резко меняет форму во время движения;
- отслеживаемый объект может выйти из поля зрения на длительное время;
- отслеживаемый объект движется по снежной поверхности;
- освещение крайне низкое (< 300 лк) или яркое ($> 10\,000$ лк);
- на отслеживаемом объекте есть похожие цвета или рисунок, как и в окружающей его среде;

г) при использовании ActiveTrack необходимо соблюдать местные законы о конфиденциальности;

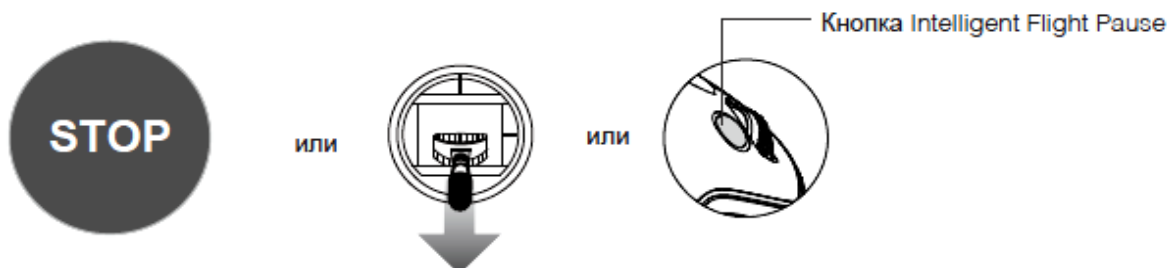
д) коптер будет обнаруживать и избегать препятствия на пути своего полета;

е) если коптер теряет объект слежения, потому что он движется слишком быстро или затемнён, повторно выделите объект, чтобы возобновить отслеживание.

Выход из ActiveTrack

Существует два способа выхода из ActiveTrack:

- нажмите кнопку Intelligent Flight Pause на пульте дистанционного управления;
- потяните стик шага на себя.



После выхода из ActiveTrack коптер зависнет на месте, далее можно выбрать либо начать новую миссию, либо вернуть коптер в точку «Дом».

2.7. Система обнаружения препятствий и визуального позиционирования

Phantom 4 оснащен системой обнаружения препятствий, которая постоянно сканирует препятствия перед ним, позволяя коптеру избегать столкновений, облетая их вокруг, над ними или зависнув. DJI Vision Positioning System использует ультразвук и видеоданные, чтобы помочь коптеру сохранять свою текущую позицию. С помощью Vision Positioning System Phantom 4 может зависать на месте точнее и летать в помещении или в других местах, где GPS-сигнал недоступен. Основные компоненты Vision Positioning System расположены на нижней панели Phantom 4; они включают два ультразвуковых датчика [3] и четыре видеокамеры [1–2] (рис. 2.7).

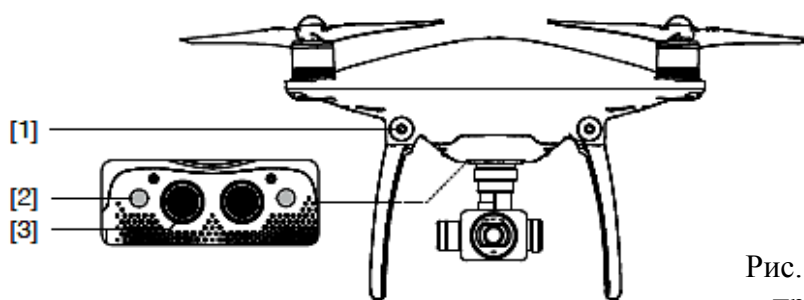


Рис. 2.7. Система обнаружения препятствий и визуального позиционирования

Диапазон обнаружения препятствий

Следует обратить внимание, что коптер не имеет возможности избегать препятствий, которые находятся за пределами дальности обнаружения. Диапазон системы обнаружения препятствий и визуального позиционирования представлен на рис. 2.8.

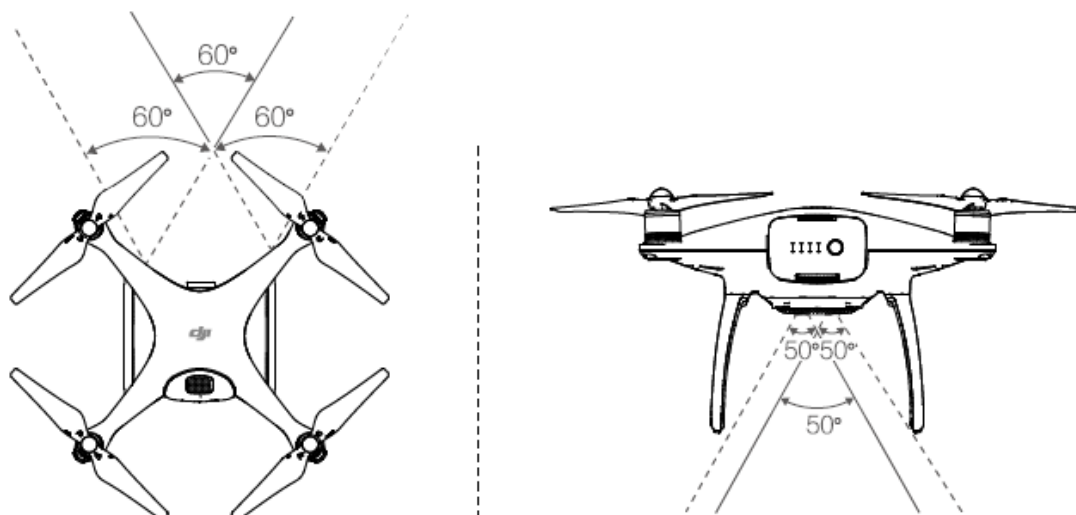


Рис. 2.8. Диапазон обнаружения препятствий и визуального позиционирования

Калибровка передних датчиков

Камеры системы обнаружения препятствий, которые установлены на коптере калибруются на заводе. Однако эти камеры уязвимы к ударам, следовательно, они время от времени требуют калибровки через DJI Assistant 2. Выполните следующие действия, чтобы откалибровать камеры, когда приложение DJI GO предложит Вам это сделать.



Использование визуального позиционирования

Визуальное позиционирование активируется автоматически, когда коптер включен. Никаких дополнительных действий не требуется. Визуальное позиционирование, как правило, используется в помещениях, где GPS недоступен. С помощью датчиков, которые встроены в систему визуального позиционирования, коптер может точно зависать даже без GPS (рис. 2.9).

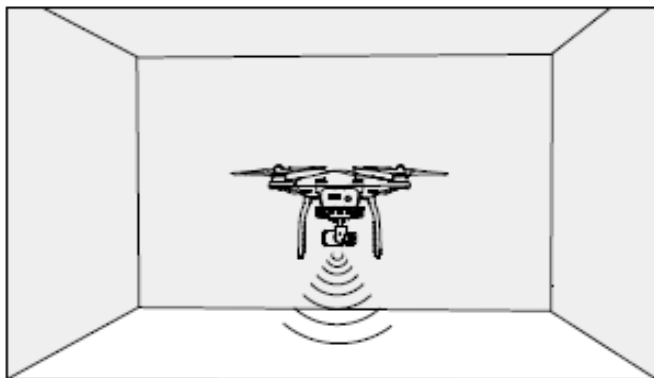


Рис. 2.9. Использование
визуального
позиционирования

Чтобы использовать визуальное позиционирование, необходимо выполнить следующие действия:

- перевести переключатель режима полета в P-mode;
- поместить коптер на плоскую поверхность. Обратите внимание, что визуальное позиционирование может работать неправильно на поверхностях без четкого рисунка;
- включить питание коптера. Индикатор состояния коптера будет мигать зеленым цветом два раза, что означает, что система ведения позиционирования готова. Аккуратно надавить на газ до момента отрыва, и коптер будет парить на месте.

2.8. Ассистент торможения системы обнаружения препятствий

Благодаря системе обнаружения препятствий коптер может активно тормозить, когда перед ним обнаружены препятствия. Система обнаружения препятствий работает лучше всего, когда препятствие хорошо освещено и не имеет мелких деталей. Кроме того, скорость коптера не должна превышать 8 м/с, чтобы он смог остановиться на безопасном расстоянии (рис. 2.10).

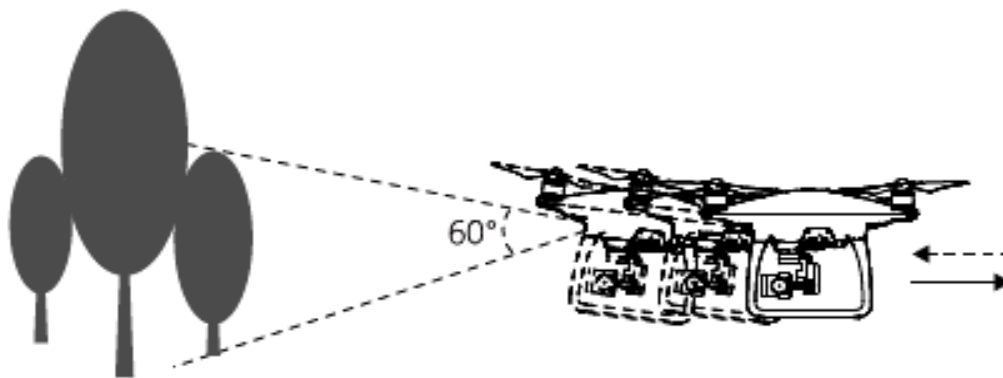


Рис. 2.10. Ассистент торможения системы обнаружения препятствий

Производительность Vision Positioning System зависит от поверхности, над которой летит коптер. Ультразвуковые датчики могут быть не в состоянии точно измерить расстояние при работе над звукопоглощающими материалами. Кроме того, камера может не функционировать надлежащим образом в неоптимальных условиях. Коптер переключится из P-mode в режим A-mode автоматически, если ни GPS, ни Vision Positioning System недоступны.

Следует эксплуатировать коптер с большой осторожностью при полете в следующих ситуациях:

- над монохромной поверхностью (например чисто черной, белой, красной, зеленой);
- над сильно отражающей поверхностью;
- на высоких скоростях (более 10 м/с на высоте менее 2 м или более 5 м/с на высоте менее 1 м);
- над водой или прозрачной поверхностью, над движущимися поверхностями или объектами;
- в зоне, где освещение часто или резко меняется, над чрезвычайно темной (< 10 лк) или светлой (> 100000 лк) поверхностью;
- над поверхностями, которые могут поглощать звуковые волны (толстый ковер и т.д.);
- над поверхностью без четких узоров и текстур;
- над поверхностями с одинаковым повторяющимся рисунком или текстурой;
- над наклонными поверхностями, которые могут отклонить звуковые волны.

При эксплуатации коптера следует учитывать следующие особенности и руководствоваться правилами.

Следует содержать датчики в чистоте; грязь и другой мусор может негативно повлиять на эффективность датчиков;

Vision Positioning System эффективна на высотах от 0,3 до 10 м.

Vision Positioning System может не функционировать должным образом над водой.

Vision Positioning System может не распознать рисунок на земле в условиях низкой освещенности (менее 100 лк).

Не используйте другие ультразвуковые приборы с частотой 40 кГц, когда Vision Positioning System находится в рабочем состоянии.

Vision Positioning System может не стабилизировать коптер при полете близко к земле (ниже 0,5 м) на высоких скоростях.





Следует держать животных подальше от коптера, когда Vision Positioning System активна. Датчик эхолота излучает высокочастотные звуки, которые слышны для некоторых животных.

2.9. Самописец полета (Flight Recorder)

Полетные данные автоматически записываются на внутреннюю память коптера. Это данные включают телеметрию полета, информацию о состоянии коптера, а также другие параметры. Для того чтобы получить доступ к этим данным, подключите коптер к ПК через порт Micro-USB и запустите приложение DJI GO.

3. Установка и снятие пропеллеров

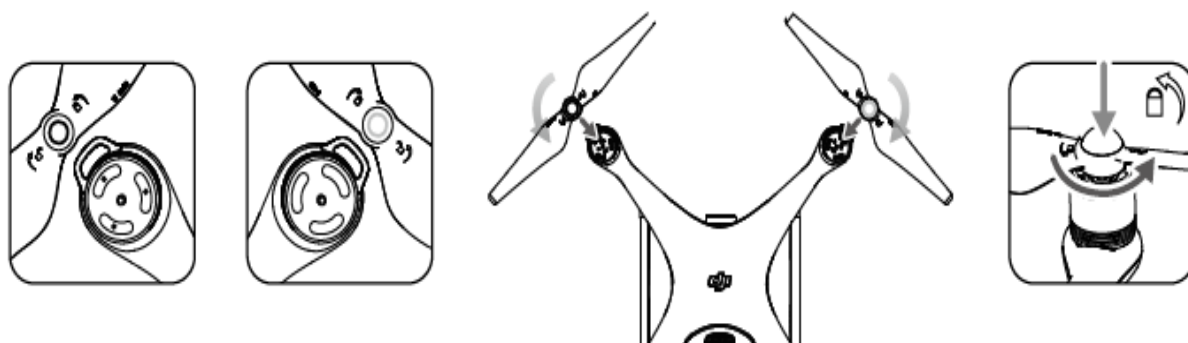
Используйте только рекомендованные DJI пропеллеры с вашим Phantom 4. Серые и черные гайки на пропеллере указывают, где они должны быть установлены и в каком направлении должны вращаться. Чтобы прикрепить пропеллеры должным образом, совместите цвет гайки с цветом оси двигателя.

Пропеллеры	Серебряная Точка	Чёрная точка
Цвет		
Прикрепите На	Моторы с серой осью	Моторы с чёрной осью
Описание	 Блокировка: Поверните винты в указанном направлении, чтобы установить и затянуть.  Разблокировка: Поверните пропеллеры в указанном направлении, чтобы ослабить и удалить.	

Установка пропеллеров

1. Перед присоединением пропеллеров убедитесь в том, что с моторов удалены наклейки.

2. Установите пропеллеры с черными кольцами на моторы с черными точками и пропеллеры с серебряными кольцами на моторы без черных точек. Нажмите на пропеллер и поверните в направлении замка до тех пор, пока он не будет закреплен.



Пропеллеры имеют острые края, поэтому с ними следует обращаться осторожно. Используйте только одобренные DJI пропеллеры. Не смешивайте типы пропеллеров. Чтобы избежать травм, не прикасайтесь к пропеллерам или моторам, когда они вращаются.

Отсоединение пропеллеров

Нажмите на пропеллер в месте его крепления, далее вращайте его согласно указанному направлению, чтобы разблокировать.

Убедитесь, что пропеллеры установлены правильно и надежно перед каждым полетом. Убедитесь, что все винты находятся в хорошем состоянии перед каждым полетом. Не используйте старые или поврежденные пропеллеры. Чтобы избежать травм, не прикасайтесь к пропеллерам или моторам, когда они вращаются. Используйте только оригинальные пропеллеры DJI для лучшего и более безопасного полета.

4. Аккумулятор (DJI Intelligent Flight Battery)

Силовой аккумулятор (рис. 2.11) имеет емкость 5350 mAh, напряжение 15.2 V и смарт-функцию заряда-разряда. Аккумулятор может быть заряжен только рекомендованным DJI зарядным устройством.

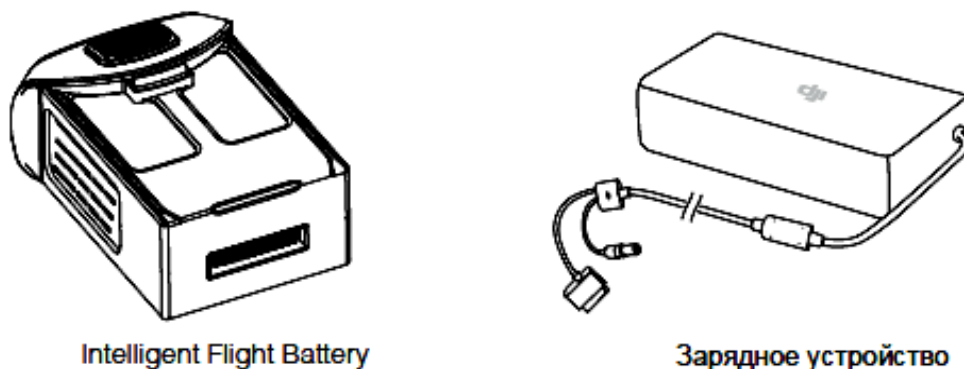


Рис. 2.11. Силовой аккумулятор

Функции DJI Intelligent Flight Battery

1. Уровень заряда батареи: светодиоды отображают текущий уровень заряда аккумулятора.
2. Срок службы батареи: светодиоды отображают текущий цикл заряда батареи.
3. Функция авторазрядки: батарея автоматически разряжается до уровня ниже 65 % от общей емкости, когда она не используется более 10 дней, чтобы предотвратить повреждение. Это занимает около 2 дней. В процессе разряда аккумулятор может слегка нагреваться, это нормально. Порог разрядки можно установить в приложении DJI GO.
4. Балансирная зарядка: автоматически балансирует напряжение в каждом элементе батареи.
5. Защита при зарядке: зарядка автоматически прекращается, когда батарея полностью заряжена.
6. Контроль температуры: аккумулятор заряжается при температуре воздуха от 0 (32 °F) до 40 °C (104 °F).
7. Защита по току: зарядка аккумулятора прекращается при высокой силе тока (более 8 A).
8. Защита от разряда: разрядка автоматически останавливается, когда напряжение достигает 12 В для предотвращения чрезмерного разряда и повреждения аккумулятора.
9. Защита от короткого замыкания: автоматически отключает электропитание при обнаружении короткого замыкания.
10. Защита от повреждения: приложение DJI GO показывает предупреждающее сообщение, если обнаружено повреждение аккумулятора.
11. История ошибок аккумулятора: обзор истории ошибок аккумулятора в приложении DJI GO.

12. Спящий режим: режим ожидания вводится после 20 мин бездействия для экономии заряда батареи.

13. Общение: напряжение аккумулятора, емкость, ток и другая соответствующая информация предоставляется полетному контроллеру.

Перед использованием Phantom 4 Intelligent Flight Battery обратитесь к рекомендациям по безопасному использованию батареи. Пользователи несут полную ответственность за все операции и использование аккумулятора.

Использование аккумулятора

Включение / Выключение питания

Включение: нажмите кнопку питания один раз, затем снова нажмите и удерживайте в течение 2 с, чтобы включить питание. Светодиод питания загорится красным цветом, а индикаторы уровня батареи отобразят текущий уровень заряда аккумулятора.

Выключение: нажмите кнопку питания один раз, затем снова нажмите и удерживайте в течение 2 с. Индикатор заряда батареи будет мигать при выключении питания, если во время выключения происходит запись, то она будет автоматически остановлена.

Индикаторы уровня батареи также показывают текущий уровень заряда батареи во время зарядки и разрядки. Показатели приведены ниже.



⬮ : LED горит.

⬮ : LED мигает

⬮ : LED не горит.

Уровень заряда				
LED1	LED2	LED3	LED4	Уровень заряда
0	0	0	0	87.5%~100%
0	0	0		75%~87.5%
0	0	0	0	62.5%~75%
0	0		0	50%~62.5%
0	0	0	0	37.5%~50%
0		0	0	25%~37.5%
0	0	0	0	12.5%~25%
	0	0	0	0%~12.5%
0	0	0	0	=0%

При работе в условиях низких температур воздуха следует обратить внимание на следующие особенности эксплуатации:

- ёмкость аккумулятора значительно уменьшается при полетах в условиях низких температур ($< 0^{\circ}\text{C}$);
- не рекомендуется использовать аккумуляторы при особенно низких температурах ($< -10^{\circ}\text{C}$). Напряжение аккумулятора должно достигнуть соответствующего уровня при использовании в среде, при диапазоне температур от -10°C до 5°C ;
- прекратите полеты, когда приложение DJI GO показывает «Low Battery Level Warning»;
- держите аккумулятор в тепле до его использования в условиях низких температур;
- для эффективной работы сохраняйте температуру аккумуляторной батареи выше 20°C ;
- зарядное устройство прекратит зарядку аккумулятора, если температура аккумулятора ячейки не находится в пределах рабочего диапазона (от 0°C до 40°C):

В холодных условиях необходимо вставить батарею в батарейный отсек и позволить коптеру прогреться в течение примерно 1–2 мин до взлета.

Проверка уровня заряда аккумулятора

Индикаторы уровня зарядки аккумулятора показывают, на сколько он заряжен. Когда аккумулятор выключен, нажмите кнопку питания один раз. Индикаторы автономной работы загорятся и отобразят текущий уровень заряда аккумулятора.

Срок службы батареи

Срок службы аккумулятора показывает, сколько еще раз аккумулятор может быть разряжен и заряжен, прежде чем он должен быть заменен. Когда аккумулятор выключен, нажмите и удерживайте кнопку питания в течение 5 с, чтобы проверить срок службы батареи. Индикатор уровня заряда аккумулятора загорится и/или будет мигать в течение 2 с (рис. 2.12).

Срок службы батареи				
LED1	LED2	LED3	LED4	Срок службы батареи
0	0	0	0	90%~100%
0	0	0	1	80%~90%
0	0	0	0	70%~80%
0	0	1	0	60%~70%
0	0	0	0	50%~60%
0	1	0	0	40%~50%
0	0	0	0	30%~40%
1	0	0	0	20%~30%
0	0	0	0	below 20%

Рис. 2.12. Индикаторы срока службы батареи

Когда срок службы аккумулятора достигает 0 %, он больше не может быть использован.

Для получения дополнительной информации об аккумуляторе запустите приложение DJI GO и проверьте информацию на вкладке Батарея.

Зарядка Intelligent Flight Battery

1. Подключите зарядное устройство к источнику питания (100–240 V 50/60 Hz).

2. Откройте защитную крышку и подключите аккумулятор к зарядному устройству. Если уровень заряда аккумулятора выше 95 %, включите аккумулятор перед зарядкой.

3. Индикатор уровня заряда показывает текущий уровень заряда аккумулятора во время зарядки.

4. Аккумулятор полностью заряжен, если все индикаторы уровня батареи погасли.

5. Дайте охладиться аккумулятору после каждого полета. Температура должна снизиться до комнатной, перед тем как его оставить на хранение.

Всегда выключайте аккумулятор, прежде чем вставить или удалить его из Phantom 4. Никогда не вставляйте и не извлекайте аккумулятор, когда он включен, всегда выключайте аккумулятор (рис. 2.13).

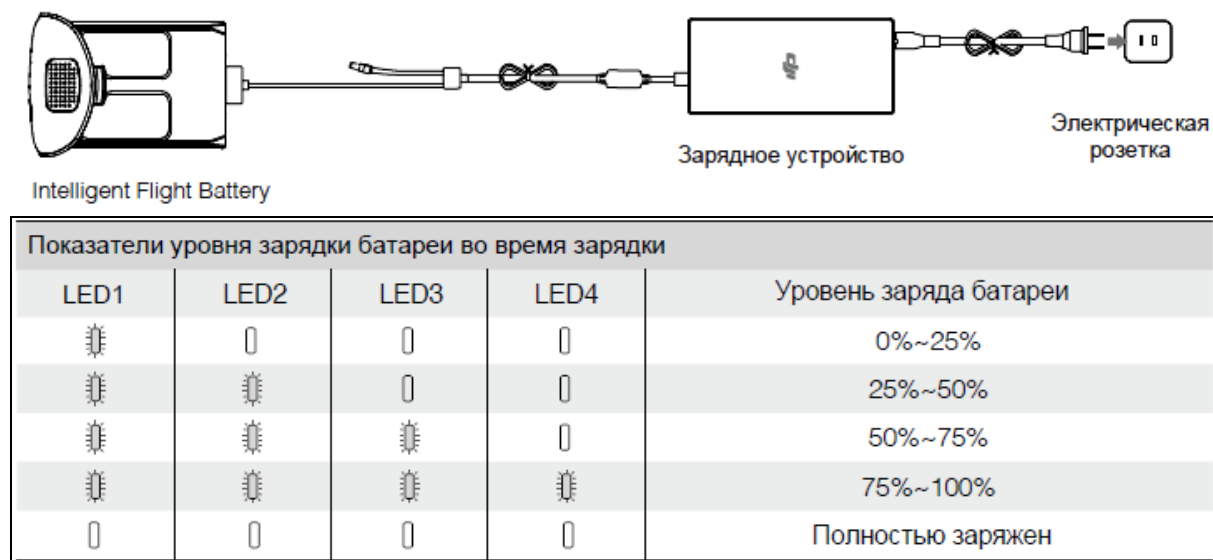


Рис. 2.13. Зарядка Intelligent Flight Battery

LED дисплей защиты аккумулятора

В табл. 2.3 показаны механизмы защиты аккумулятора и соответствующие мигания LED.

Таблица 2.3

LED-дисплей защиты аккумулятора

Показатели уровня зарядки батареи во время зарядки					
LED1	LED2	LED3	LED4	Мигания	Защита батареи
☐	☐	☐	☐	LED2 мигает два раза в секунду	Обнаружено превышение тока
☐	☐	☐	☐	LED2 мигает три раза в секунду	Обнаружено короткое замыкание
☐	☐	☐	☐	LED3 мигает два раза в секунду	Обнаружена перезарядка
☐	☐	☐	☐	LED3 мигает три раза в секунду	Превышение напряжения
☐	☐	☐	☐	LED4 мигает два раза в секунду	Температура зарядки слишком низкая
☐	☐	☐	☐	LED4 мигает три раза в секунду	Температура зарядки слишком высокая

После того как упомянутые выше проблемы защиты будут решены, нажмите кнопку включения, чтобы выключить индикатор уровня заряда батареи. Отключите Intelligent Flight Battery от зарядного устройства и подключите её обратно, чтобы возобновить зарядку. Обратите внимание, что вам не нужно отключать и подключать

зарядное устройство в случае ошибки в результате высокой температуры, зарядное устройство автоматически возобновит зарядку, когда температура окажется в пределах нормального диапазона.

Как разрядить Intelligent Flight Battery

Медленный способ: вставьте Intelligent Flight Battery в Phantom 4 и включите его. Подождите, пока уровень заряда не составит примерно 8 % или пока аккумулятор больше не сможет включаться. Запустите приложение DJI GO, чтобы проверить уровень заряда батареи.

Быстрый способ: летайте на Phantom 4 на открытом воздухе, пока заряд аккумулятора не упадет до 8 % мощности или пока аккумулятор больше не сможет включаться.

5. Пульт дистанционного управления

5.1. Описание пульта дистанционного управления (ДУ)

Пульт ДУ Phantom 4 – это многофункциональное устройство беспроводной связи, которое объединяет систему передачи видео и систему дистанционного управления коптером. Видеопередатчик и система ДУ коптером работают на частоте 2,4 ГГц. Пульт ДУ управляет функциями камеры, такими как просмотр фотографий и видео, а также движением подвеса. Уровень заряда аккумулятора отображается с помощью LED-индикаторов на передней панели пульта ДУ.

Режим работы управления может быть настроен в Mode 1 или Mode 2. Mode 1: ручка газа справа. Mode 2: ручка газа слева.

5.2. Использование пульта ДУ

Включение и выключение пульта ДУ

Пульт ДУ Phantom 4 питается от аккумулятора 2S с емкостью 6000 mAh. Уровень заряда батареи показывается с помощью LED-индикаторов уровня заряда батареи на передней панели.

Выполните следующие действия, чтобы включить питание пульта дистанционного управления (рис. 2.14):

- когда пульт выключен, нажмите кнопку питания один раз, светодиоды уровня заряда отобразят текущий уровень заряда аккумулятора;

- затем нажмите и удерживайте кнопку питания на пульте ДУ;
- пульт издаст звуковой сигнал, когда он включится. Индикатор состояния будет быстро мигать зеленым светом, указывая на то, что пульт ДУ соединяется с коптером. Индикатор состояния загорится постоянно зеленым, когда соединение с коптером завершено;
- повторите шаг 2 для выключения пульта ДУ после окончания его использования, нажмите и удерживайте кнопку питания.

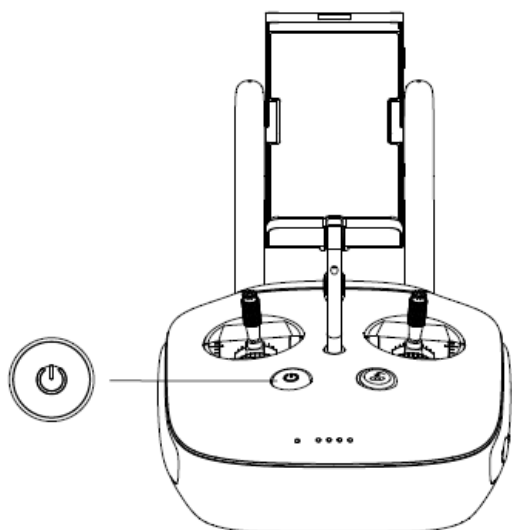


Рис. 2.14. Включение и выключение пульта дистанционного управления

Зарядка пульта ДУ

Зарядка пульта ДУ производится с помощью прилагаемого зарядного устройства. Обратитесь к рис. 2.15 для более подробной информации.

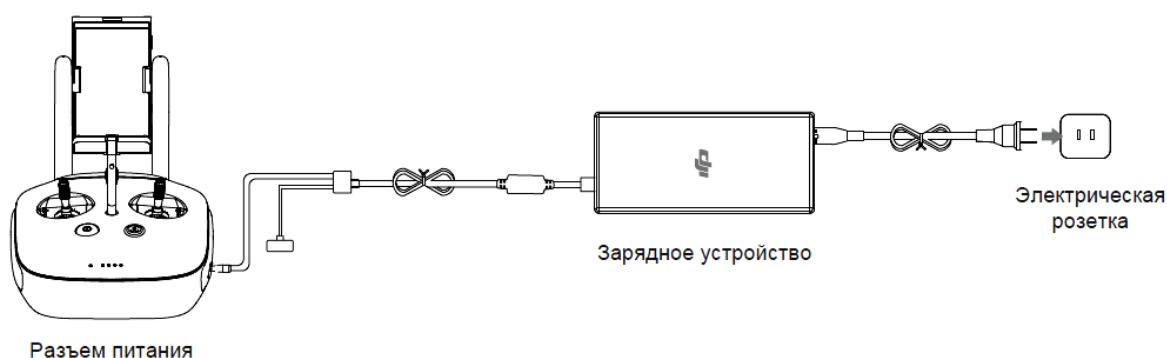


Рис. 2.15. Зарядка пульта ДУ

Управление камерой

Снимайте видео или фотографии и настраивайте параметры камеры с помощью кнопки спуска затвора, диска настройки камеры, кнопки воспроизведения и кнопки видеозаписи на пульте ДУ (рис. 2.16).

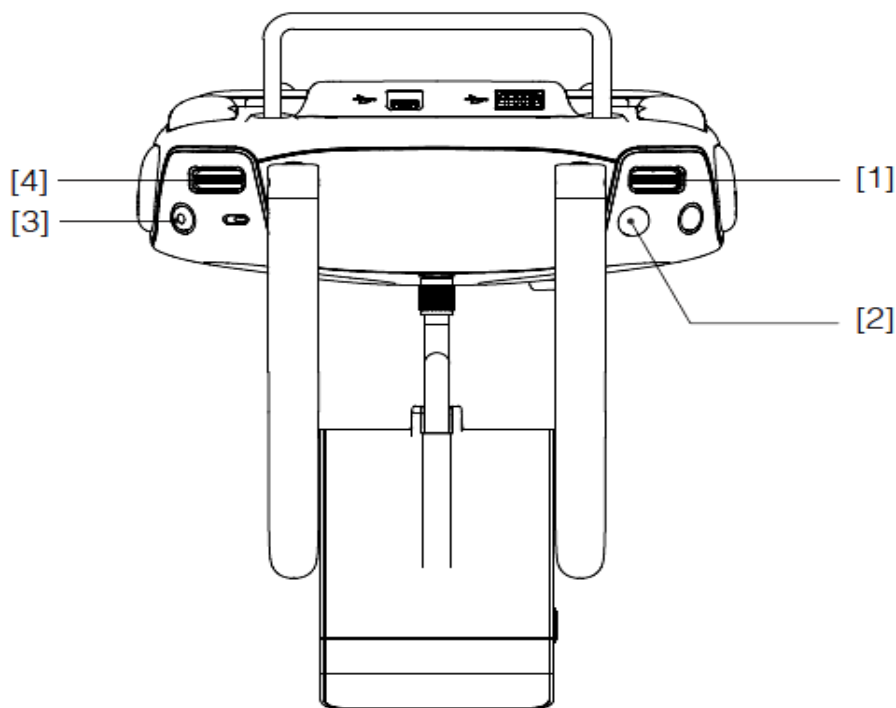


Рис. 2.16. Кнопки на пульте ДУ управления камерой

[1] Диск настройки камеры

Поверните диск, чтобы быстро настроить параметры камеры, такие как ISO, выдержка и диафрагма, прямо с пульта дистанционного управления. Нажмите на диск для переключения между параметрами.

[2] Кнопка спуска затвора

Нажмите, чтобы сфотографировать. Если включена серийная съемка, серия фотографий будет выполнена с помощью одного нажатия.

[3] Кнопка записи видео

Нажмите один раз, чтобы начать запись видео, нажмите еще раз, чтобы остановить запись.

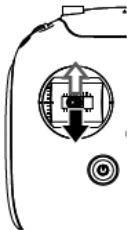
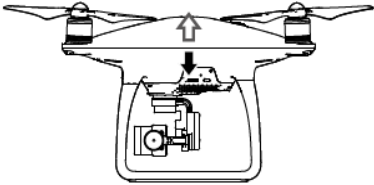

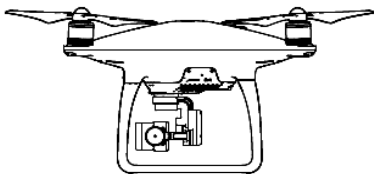

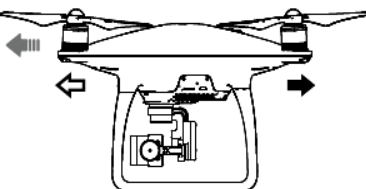

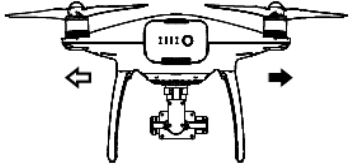
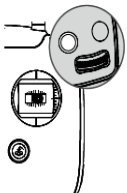
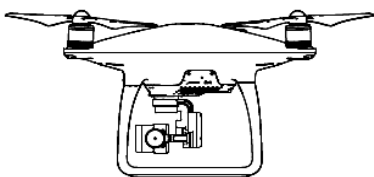
[4] Диск управления подвеса

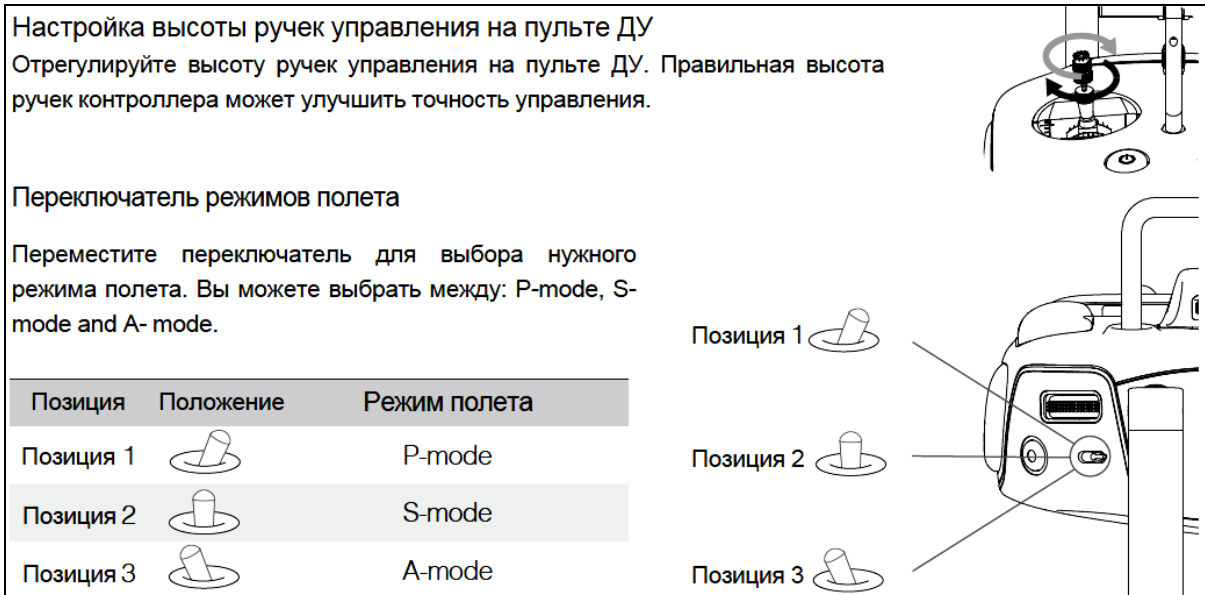
Используйте этот диск, чтобы управлять наклоном подвеса

Управление коптером с помощью дистанционного пульта

По умолчанию пульт дистанционного управления находится в Mode 2. Нейтральная / средняя точка: ручки управления на пульте ДУ размещены в центральной позиции.

Перемещение ручки управления: ручка управления отталкивается от центрального положения.

Пульт ДУ (Mode 2)	Коптер (← Указывает направление носа)	Замечания
		<p>Перемещение левой ручки вверх и вниз меняет высоту коптера. Нажмите ручку вверх подняться и вниз спуститься. Нажмите ручку газа вверх для взлета.</p> <p>Когда обе ручки в центре, Phantom 4 будет находится на одном месте. Чем дальше от центрального положения, тем быстрее коптер изменит высоту. Всегда двигайте ручки осторожно, чтобы предотвратить внезапные и неожиданные изменения высоты</p>
		<p>Перемещение левой ручки влево или вправо управляет вращением коптера. Нажмите влево, чтобы повернуть против часовой стрелки, и нажмите вправо, чтобы повернуться по часовой стрелке. Если ручка по центру, Phantom 4 останется в текущем направлении. Чем дальше ручка от центрального положения, тем быстрее коптер будет вращаться</p>
		<p>Перемещение правой ручки вверх и вниз перемещает коптер вперед и назад. Нажмите ручку вверх для полета вперед или нажмите вниз, чтобы лететь назад. Phantom 4 будет находится на месте, если ручки по центру.</p> <p>Нажмите ручку дальше от центра для большего угла наклона (максимально 30 °С) и более быстрого полета</p>
		<p>Перемещение правой ручки влево и вправо наклоняет коптер влево или право. Сдвиньте ручку влево, чтобы лететь влево, и сдвиньте ручку вправо, чтобы лететь вправо. Коптер будет находится на месте, если ручки по центру</p>
		<p>Диск подвеса: поверните диск вправо, и камера переместится вверх. Поверните диск влево, и камера переместится вниз. Камера останется в своем нынешнем положении, когда диск остается неподвижным</p>



P-mode (Positioning) – режим позиционирования: P-mode работает лучше всего, когда сигнал GPS уверенный. Коптер использует GPS и систему обнаружения препятствий для автоматической стабилизации, перемещается между препятствиями или отслеживает двигающиеся объекты. В этом режиме включены такие расширенные функции, как TapFly и ActiveTrack.

S-mode (Sport) – режим спорт: в S-mode настройки коптера корректируются для повышения скорости и маневренности. В этом режиме максимальная скорость полета коптера увеличена до 20 м/с. Обратите внимание, что система обнаружения препятствий в этом режиме отключена.

A-mode (Attitude) – режим барометра: в этом режиме GPS и система обнаружения препятствий не задействованы. Для определения местоположения и контроля высоты коптер будет использовать только барометр.

Кнопка RTH

Нажмите и удерживайте кнопку RTH (рис. 2.17), чтобы начать процедуру возвращения домой. Светодиодное кольцо вокруг кнопки RTH будет мигать белым, что указывает на то, что коптер находится в режиме RTH. Коптер вернется к последней записанной точке «Дом». Нажмите эту кнопку еще раз, чтобы отменить процедуру RTH и вернуть контроль над коптером.

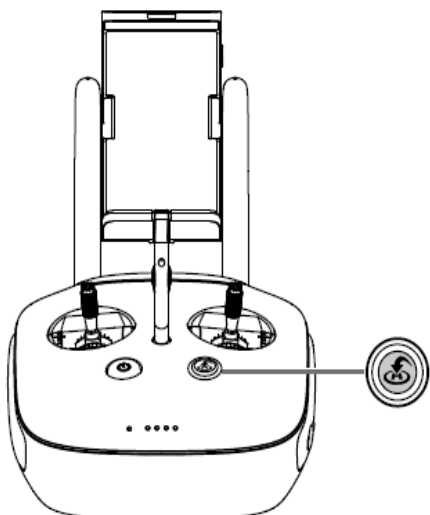


Рис. 2.17. Кнопка RTH

Подключение мобильного устройства

Наклоните держатель для мобильного устройства в нужное положение. Нажмите кнопку справа на держателе, чтобы освободить фиксатор, а затем поместить ваше мобильное устройство в зажим. Отрегулируйте зажим под размер вашего мобильного устройства. Затем подключите ваше мобильное устройство к пульту дистанционного управления кабелем USB. Подключите один конец кабеля в мобильное устройство, а другой конец – к порту USB на задней панели пульта дистанционного управления (рис. 2.18).

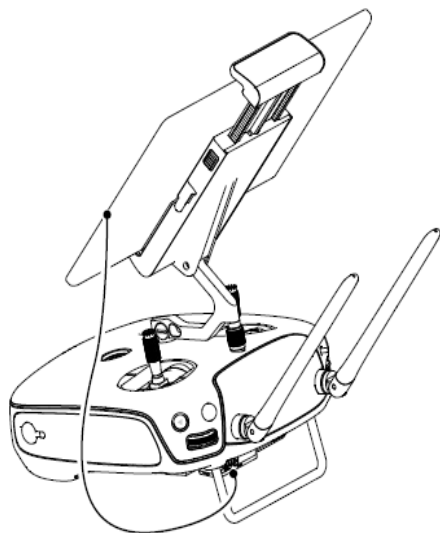


Рис. 2.18. Подключение мобильного устройства

Максимальный сигнал управления

Передача сигнала между коптером и пультом дистанционного управления работает лучше в тех пределах, которые изображены на рис. 2. 19.

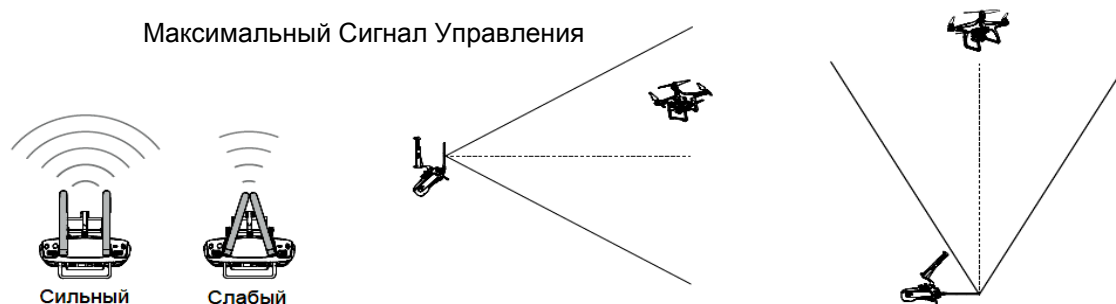
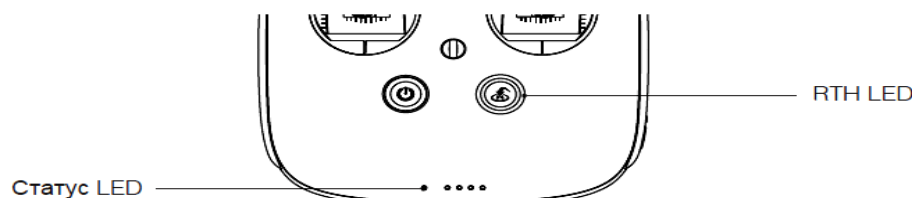


Рис. 2.19. Диапазоны максимального сигнала управления

Убедитесь, что коптер летит в пределах оптимального диапазона передачи. Отрегулируйте расстояние и положение между оператором и коптером для достижения оптимальной производительности передачи.

Статус LED-пульта ДУ (Remote Controller Status LED)

Статус LED отражает состояние соединения между пультом ДУ и коптером. На рис. 2.20 показаны RTH LED со статусом режима возврата коптера в точку старта («Домой») и информация по этим индикаторам.



Статус LED	Звук	Статус пульта ДУ
Ⓡ — Красный	🎵 Chime	Пульт ДУ отсоединен от летательного аппарата.
Ⓢ — Зеленый	🎵 Chime	Пульт ДУ подключен к самолету.
Ⓡ Красный мигает медленно	D-D-D.....	Ошибка в пульте ДУ.
Ⓡ Ⓢ Ⓡ Ⓢ Ⓡ Ⓢ Красный и Зеленый / Красный и Желтый мигают	Нет	Есть проблемы с HD Видео линком.
RTH LED	Звук	Статус пульта ДУ
Ⓜ — Белый	🎵 Chime	Коптер возвращается домой.
Ⓜ Белый мигает	D ...	Отправка сигнала для возврата домой.
Ⓜ Белый мигает	DD ...	Коптер переключается в режим возврата домой.

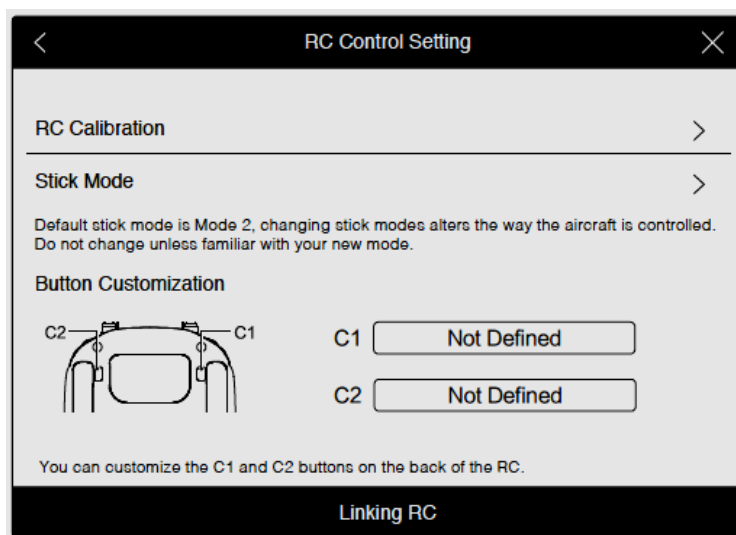
Рис. 2.20. Статус LED-пульта ДУ (Remote Controller Status LED)

Индикатор состояния будет мигать красным цветом со звуковым предупреждением, когда уровень заряда батареи критически низкий.

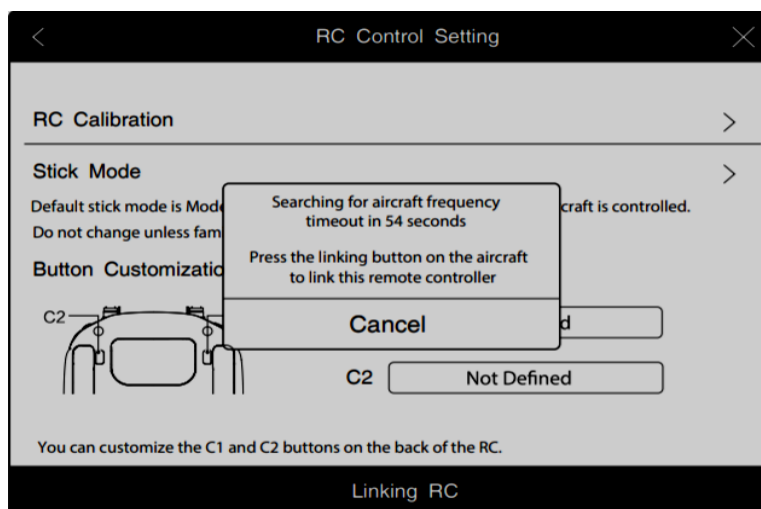
Привязка пульта ДУ (Linking the Remote Controller)

Пульт ДУ связан с коптером перед отправкой. Связывание требуется только при использовании нового пульта ДУ в первый раз. Требуется выполнить следующие действия, чтобы связать новый пульт ДУ:

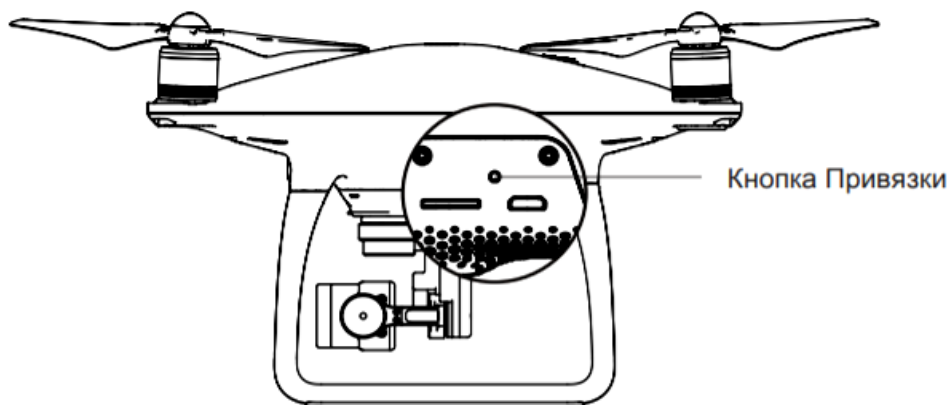
- включите пульт ДУ и подключите его к мобильному устройству. Запустите приложение DJI GO;
- включите Intelligent Flight Battery;
- в меню «Camera» нажмите «Linking RC», как показано ниже;



- пульт дистанционного управления готов к привязке. Индикатор состояния пульта ДУ мигает синим цветом и звучит сигнал «beer»;



– найдите на коптере кнопку привязки, как показано на рисунке ниже. Нажмите кнопку привязки, чтобы начать соединение. Статус индикатор пульта ДУ загорится постоянно зеленым, если привязка завершена успешно.



Процедура привязки не произойдет, если новый пульт ДУ уже привязан к этому коптеру.

6. Камера и подвес (Camera and Gimbal)

Описание камеры

В камере Phantom 4 используется датчик изображения CMOS 1/2, 3 дюйма для захвата видео до 4096x2160p при 24fps или 4K со скоростью до 30fps с и фотоснимков с разрешением 12 мегапикселей. Для записи видео можно выбрать формат MOV или MP4. Режимы фотосъемки включают: одиночный, непрерывный или режим Таймлапс (Timelapse). Просмотр в реальном времени того, что камера видит перед съемкой видео и фотографий, поддерживается через приложение DJI GO.

Слот карты памяти Micro-SD

Чтобы сохранить фотографии и видео, перед включением Phantom 4 установите микро-SD карту в слот, как показано на рис. 2.21. Phantom 4 поставляется с микро-SD картой 16 Гб и поддерживает микро-SD карты до 64 Гб. Рекомендуется использовать карты микро-SD типа UHS-1, потому что быстроедействие указанных карт обеспечивает быстрое чтение, запись и сохранение видеоданных высокого разрешения.

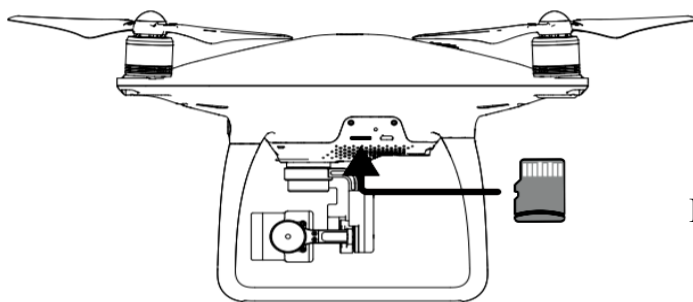


Рис. 2.21. Слот карты памяти Micro-SD

Не удаляйте микро-SD-карту из Phantom 4, когда он включен.

Включите питание коптера перед тем, как получить доступ к файлам на карте Micro-SD.

Data Port камеры

Рекомендуется включать Phantom 3 Professional и затем подключать кабель USB к Data Port камеры, чтобы загрузить фотографии или видео с камеры на компьютер (рис. 2.22). Чтобы обеспечить стабильность работы камеры, рекомендуется делать видеозаписи длительностью до 30 мин.



Рис. 2.22. Data Port камеры

Рекомендуется включать питание коптера перед тем, как получить доступ к файлам на карте Micro-SD.

Управление камерой

Рекомендуется использовать кнопки затвора и записи на пульте ДУ, чтобы делать фотографии или видео через приложение DJI GO.

LED-индикатор камеры

LED-индикатор камеры загорается после того, как полетная батареи включена. Он предоставляет информацию о рабочем состоянии камеры (табл. 2.4).

Информация LED-индикатора камеры

LED индикатор камеры	Статус камеры
ⓐ Зеленый быстро мигает (0.2s off, 0.1s on)	Система прогревается.
ⓐ Зеленый мигнул один раз (0.5s off, 0.4s on)	Сделан один снимок.
ⓐ Зеленый мигает 3 раза (0.3s off, 0.1s on)	Сделано 3 или 5 снимков.
Ⓡ Красный мигает медленно (1.6s on, 0.8s off)	Запись.
Ⓡ Быстрое мигание красного света (0.5s off, 0.2s on)	Ошибка SD карты.
ⓇⓇ Красный мигает дважды (0.1s on, 0.1s off, 0.1s on, 0.1s off)	Перегрев камеры.
Ⓡ Красный горит постоянно	Системная ошибка.
ⓐⓇ Зеленый и красный мигают (0.8s green on, 0.8s red on)	Обновление встроенного ПО

Подвес (Gimbal)

3-осевой подвес обеспечивает устойчивую платформу для подключенной камеры, что позволяет получать четкие, стабильные изображения и видео (рис. 2.23). Подвес может наклонять камеру в пределах 120°.

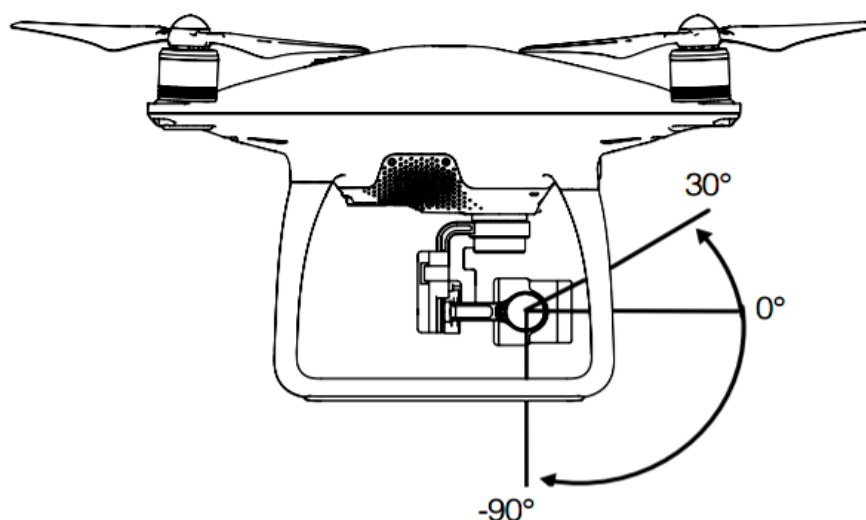





Рис. 2.23. Подвес (Gimbal)

Рекомендуется использовать диск подвеса на пульте ДУ, чтобы контролировать движение наклона камеры.

Режимы работы подвеса

Имеются два режима работы подвеса. Переключиться между режимами можно на странице настроек камеры в приложении DJI GO. Мобильное устройство должно быть подключено к пульту дистанционного управления для того, чтобы изменения вступили в силу.

	 Follow Mode	Угол между ориентацией подвеса и носом коптера остается все время постоянным
	 FPV Mode	Подвес направлен в сторону носа коптера

Ошибка мотора подвеса может произойти в следующих случаях: коптер находится на неровной поверхности, и движение подвеса затруднено; подвес получил чрезмерное внешнее воздействие, например от столкновения. Взлетайте с ровной открытой земли и защищайте подвес после включения.

Полеты в условиях сильного тумана или облаков могут сделать подвес влажным, что может привести к временному отказу. Подвес восстановится, когда он высохнет.

7. Приложение DJI GO

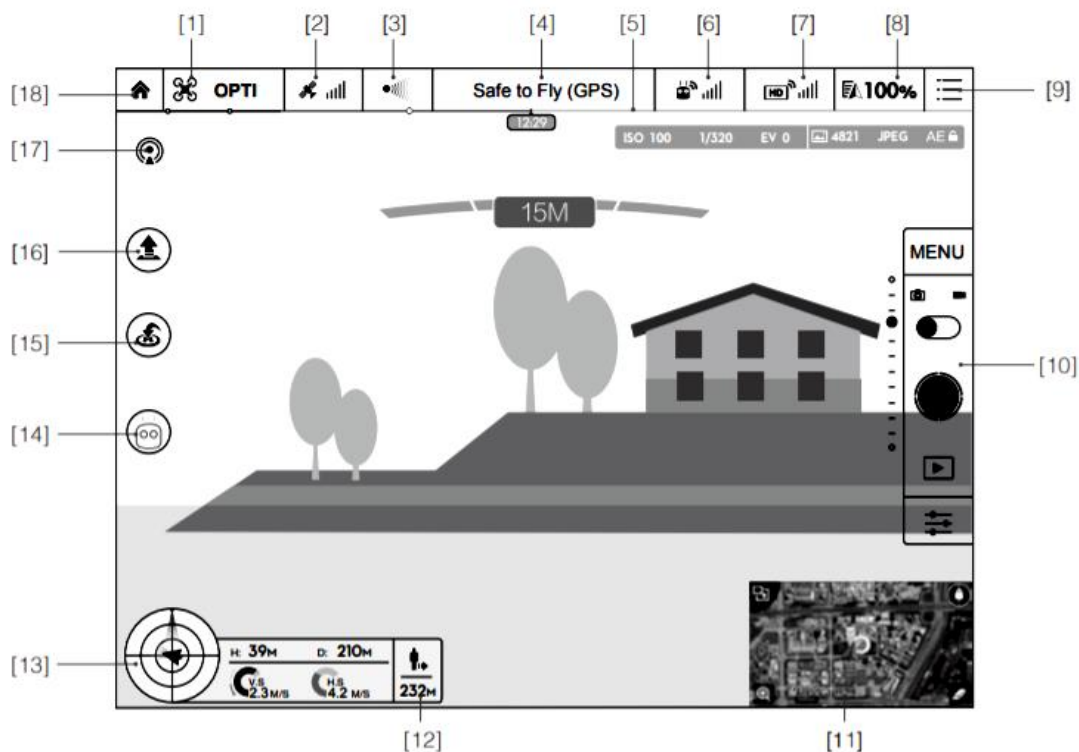
GO представляет собой мобильное приложение, разработанное специально для DJI оборудования (рис. 2.24). Это приложение используется для управления подвесом, камерой и другими функциями коптера. Приложение имеет разделы Equipment, Library, Discovery and Me, которые используются для настройки коптера, редактирования и обмена фотографиями и видео с другими пользователями. Рекомендуется использовать планшет для лучшего результата.




Рис. 2.24. Общий вид диалогового окна в приложении DJI GO

Камера (Camera)

Страница «Camera» показывает в реальном времени HD видео с камеры Phantom 4. На странице «Camera» можно настроить различные параметры съёмки.




[1] Flight Mode (режим полета)


 : текст рядом с этим индикатором показывает включенный режим полета. Нажмите, чтобы войти в настройки MC (Main Controller) settings. Можно изменить лимиты полета, выполнить калибровку компаса и установить значения усиления (gain) на этом экране.

По умолчанию в коптере включен режим новичка «Beginner Mode». В режиме новичка коптер не может взлететь выше и дальше 30 м от записанной точки «Дом» (Home Point). Отключить этот режим можно на странице настроек MODE.

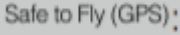
[2] GPS Signal Strength (сила сигнала GPS)

 : этот значок показывает текущую силу сигнала GPS. Зеленые полоски показывает достаточно уверенный прием сигналов GPS.


[3] Obstacle Sensing Status (статус системы обнаружения препятствий)

 : включает или отключает функции, предоставляемые системой обнаружения препятствий.


[4] System Status (состояние системы)

 : этот значок указывает на текущее состояние систем коптера и мощность GPS сигнала.


[5] Battery Level Indicator (индикатор уровня заряда батареи)

 : индикатор уровня заряда аккумулятора динамически отображает уровень заряда батареи. Цветовые зоны на индикаторе уровня заряда аккумулятора показывают различные уровни заряда.


[6] Remote Controller Signal (уровень сигнала пульта ДУ)

 : этот значок показывает силу сигнала от пульта ДУ.


[7] HD Video Link Signal Strength (уровень сигнала HD видеосвязи)

 : этот значок показывает силу сигнала HD видеосвязи между коптером и пультом дистанционного управления.

[8] Battery Level (уровень заряда аккумулятора)

 : этот значок показывает текущий уровень заряда аккумулятора. Нажмите, чтобы войти в меню информации о батарее, чтобы установить различные пороги предупреждения батареи и просмотреть историю предупреждений о разрядке батареи.


[9] General Settings (основные настройки)

 : Нажмите этот значок для перехода на страницу «General Settings». На этой странице вы можете задать параметры полета, сбросить настройки камеры, включить функцию быстрого просмотра, настроить значение крена подвеса и включить отображение маршрута полета.


[10] Camera Operation Bar (полоса настройки камеры) – настройка фото- и видеозаписи.

MENU : нажмите, чтобы ввести различные значения настроек камеры, в том числе цветовое пространство для записи, размер видеофайлов, размер изображения и т. д.


Shutter (снимок)

 : нажмите эту кнопку, чтобы сделать одну фотографию. Нажмите и удерживайте эту кнопку, чтобы выбрать одиночную съемку, тройной кадр или съемку тайм-лапс (time-laps).


Record (запись)

 : нажмите один раз, чтобы начать запись видео, нажмите еще раз, чтобы остановить запись. Вы также можете включить запись, нажав кнопку видеозаписи на пульте дистанционного управления.

Playback (просмотр)

 : нажмите, чтобы перейти на страницу Playback и просмотреть записанные фотографии и видео.

Camera Settings (настройки камеры)



 : нажмите, чтобы изменить значение ISO, выдержку и экспозицию камеры.

[11] Map (карта)

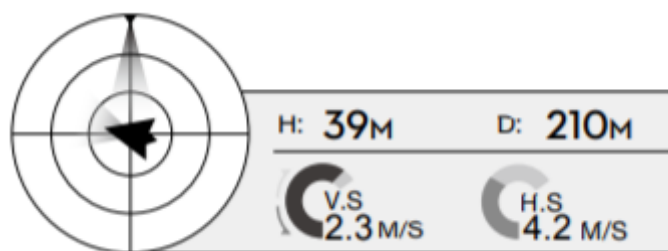
Показывает траекторию полета. Нажмите чтобы перейти из режима «Camera GUI» в режим «Map GUI».



[12] Vision Positioning

 : показывает расстояние от коптера до Home Point. Когда коптер находится близко к земле, эта иконка изменится на , чтобы отобразить высоту от датчика системы позиционирования до земли.

[13] Flight Telemetry (полётная телеметрия)



Значок состояния Vision Positioning подсвечивается, когда система находится в рабочем состоянии.


Flight attitude is indicated by the light attitude icon:

- красная стрелка показывает, в каком направлении движется коптер;
- светло-голубая и темно-синяя области обозначают наклон коптера;
- угол границы между светло-голубой и темно-синей областями показывает угол крена коптера.



[14] Obstacle Sensing Button (кнопка системы обнаружения препятствий)

 : нажмите эту кнопку для выбора режимов: TapFly, ActiveTrack, Normal и Intelligent Flight modes.


[15] Return to Home (RTH) (возврат в точку «Дом»)

 : инициирует процедуру возврата домой (RTH). Нажмите, чтобы коптер начал возвращение к последней записанной домашней точке.

[16] Auto Takeoff/Landing (автоматический взлёт / приземление)

  : нажмите, чтобы начать автоматический взлет или посадку.

[17] Livestream (прямая трансляция)

 : значок Livestream показывает, что осуществляется передача потокового видео в прямом эфире на YouTube. Убедитесь, что на мобильном устройстве включена передача данных.

[18] Back (обратно)

 : нажмите, чтобы вернуться к главному окну GUI.

Library

Нажмите на Library, чтобы использовать автоматический видеоредактор, который встроен в приложение DJI GO. Затем вы можете выбрать шаблон и определенное количество клипов, которые автоматически объединяются, чтобы создать небольшой фильм, которым можно немедленно поделиться в интернет-видеохостинге.

Discovery

Синхронизируйте фотографии и видео на мобильное устройство, просматривайте журналы полета, а также проверяйте состояние своего аккаунта DJI в «Discovery». Используйте свой зарегистрированный аккаунт DJI для входа в «Discovery».

Me

Просматривайте историю полета, получите доступ к магазину DJI, смотрите и изучайте различные обучающие программы из этого раздела.

8. Полет. Безопасность и ограничения во время полетов

После того как предполетная подготовка будет завершена, рекомендуется использовать симулятор полета, чтобы узнать, как летать безопасно. Убедитесь, что все полеты осуществляются на открытом пространстве.

Требования к месту полетов

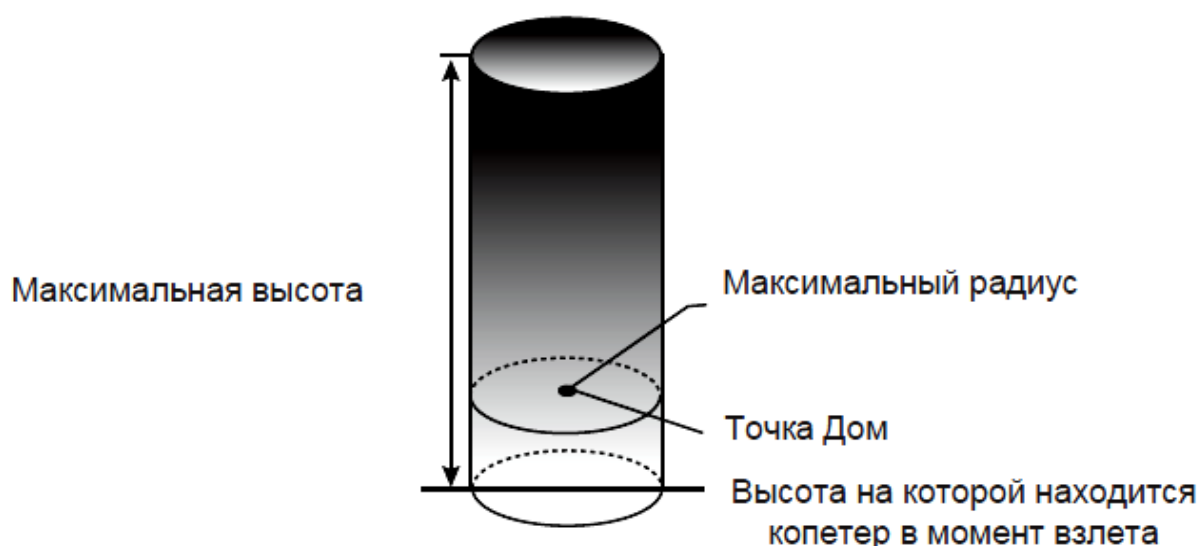
1. Не используйте коптер в плохих погодных условиях, когда скорость ветра превышает 10 м/с, в снег, дождь и туман.
2. Летайте только на открытых площадках. Высотные здания и металлоконструкции могут повлиять на точность показаний компаса на борту и сигнала GPS.
3. Избегайте препятствий, скопления людей, линий электропередач, деревьев или водоемов.
4. Избегайте электромагнитных помех, не летает в районе с высоким уровнем электромагнетизма, в том числе возле базовых станций мобильных телефонов и вышек радиопередачи.
5. Коптер и аккумуляторы зависят от факторов окружающей среды, таких как плотность и температура воздуха. Будьте очень осторожны при полете на высотах более 19,685 футов (6000 м) над уровнем моря, так как характеристики коптера и аккумулятора могут измениться.
6. Phantom 4 не может работать в полярных областях.

Полетные ограничения и бесполётные зоны

Все операторы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) должны соблюдать все правила таких организаций, как ИКАО (Международная организация гражданской авиации), FAA и своих национальных законов. По соображениям безопасности функция ограничения полетов включена по умолчанию, чтобы помочь пользователям летать безопасно. Функция Пределы полетов включает ограничения по высоте, ограничения дистанции и бесполетные зоны. При полете в P Mode высота, ограничение дистанции и бесполетные зоны работают вместе, чтобы управлять полетом. В режиме A Mode ограничивается только высота в пределах 500 м.

Максимальная высота и ограничение радиуса полета

Максимальную высоту и дистанцию пользователь может изменить в настройках приложения DJI Pilot. Максимальная высота полета не может превышать 500 м. В соответствии с этими настройками Phantom 3 Professional будут летать в «ограниченном цилиндре», как показано на рис. 2.25.






Сильный сигнал GPS  Мигает зеленый			
	Полетные ограничения	DJI GO app	Статус индикатор коптера
Максимальная высота	Высота полета должна быть в пределах заданной высотой.	Warning: Height limit reached.	Нет индикации
Максимальный радиус	Дальность полета должна быть в пределах максимального радиуса.	Warning: Distance limit reached.	Быстро мигает красным  когда коптер близок к пределу макс. радиуса.
Слабый сигнал GPS  Мигает желтый			
	Ограничения полета	DJI GO app	Статус индикатор коптера
Максимальная высота	Высота полета ограничена, 120 метров (400 футов)	Warning: Height limit reached. (Внимание: ограничение по высоте достигнуто.)	Нет индикации
Максимальный радиус	Никаких ограничений		

Рис. 2.25. Максимальная высота и ограничение радиуса полета

В случае, если будут достигнуты предельные значения, управление коптером будет обеспечено, но он не сможет лететь дальше.

Если коптер вылетает за максимальный радиус в режиме Ready To Fly (без GPS), он автоматически полетит обратно в пределы ограничительного диапазона.

Бесполётные зоны (No-Fly Zones)

Все бесполётные зоны указаны на официальном сайте DJI по адресу <http://www.dji.com/flysafe/no-fly>. Бесполётные зоны делятся на зоны аэропортов и зоны ограниченного доступа. Аэропорты включают летное поле, где настоящие самолеты пролетают на малых высотах. Области с ограниченным доступом включают границы между странами и стратегические объекты. Подробная информация о бесполётных зонах объясняется на рис. 2.26–2.27.

Аэропорт:

1) бесполетная зона Аэропорт состоит из зоны с ограничением взлета и зоны с ограничением высоты полета. Каждая зона имеет круги различного размера;

2) R1 миль/м (значение R1 зависит от размера и формы аэропорта) вокруг аэропорта – это зона с ограничением взлета, внутри которой взлет невозможен;

3) от R1 + 1 миля (1600 м) вокруг аэропорта высота полета ограничена воронкой с наклоном 15 °, начиная от 65 футов (20 м) от края аэропорта. Высота полета ограничена 1 640 футами (500 м) в R1 + 1 миля (1600 м);

4) если коптер подлетит на расстояние 320 футов (100 м) к зоне безопасности, появится предупреждающее сообщение на экране приложения DJI GO.

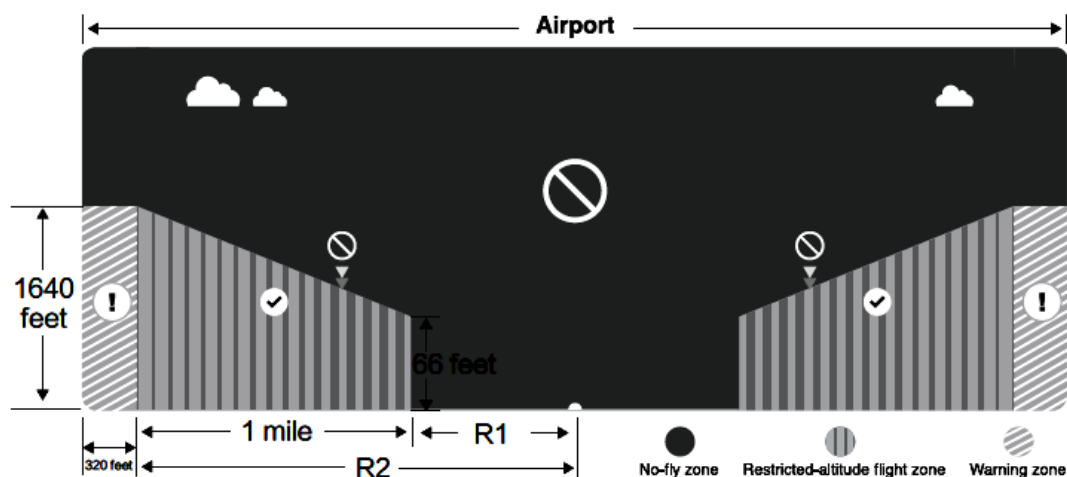


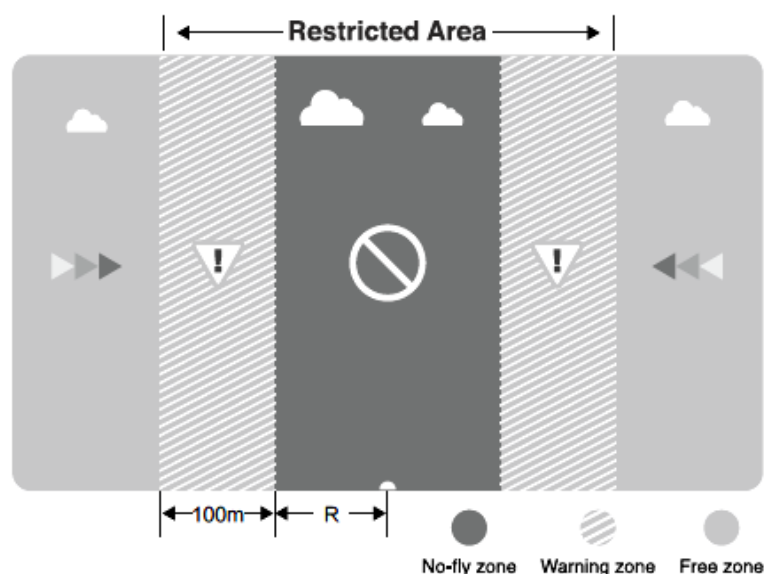
Рис. 2.26. Бесполётные зоны (No-Fly Zones)

Запретная зона:

1) запретная зона не имеет ограничений высоты полета, коптер в этой зоне не взлетит;

2) R миль/м вокруг обозначенной области – это запретная зона для взлета. Коптер не может взлететь в пределах этой зоны. Значение R зависит от размера ограниченной области;

3) «Зона предупреждения» была создана вокруг запретной зоны. Когда коптер приближается к 0,6 мили (1 км) от запретной зоны, приложения DJI Pilot покажет предупреждение.



Сильный сигнал GPS Мигает зеленый			
Зона	Ограничение	Подсказки в DJI Pilot App	Статус индикатор Коптера
Бесполетная зона No-fly Zone 	Моторы не запускаются.	Warning: You are in a No-fly zone. Take off prohibited. Красный мигает
	Если коптер попадает в "Бесполетная зону" в режиме A, то активируется режим P и коптер автоматически опустится на землю, моторы остановятся после приземления.	Warning: You are in a no-fly zone. Automatic landing has begun.	
Полетная зона с ограничением высоты полета 	Если коптер попадает в зону с ограничением высоты полета в режиме A, то активируется режим P, коптер автоматически опустится на безопасную высоту и будет находится ниже 15 футов (5 метров) безопасной высоты .	R1: Warning: You are in a restricted zone. Descending to safe altitude. R2: Warning: You are in a restricted zone. Maximum flight altitude is restricted to between 20m and 500m. Fly cautiously.	
Зона предупреждения 	Нет ограничений на полет, но будет предупреждение.	Warning: You are approaching a restricted zone, Fly Cautiously.	
Свободная зона 	Никаких ограничений.	Нет подсказок	Без изменений

Рис. 2.27. Бесполётные зоны (No-Fly Zones)

Полуавтоматический спуск

В процессе спуска и приземления все команды с пульта доступны, за исключением команд ручки газа. После приземления моторы будут автоматически выключены.

При попадании в зону безопасности индикатор состояния коптера будет быстро мигать красным цветом в течение 3 с, а затем перестанет мигать, чтобы указать текущее состояние полета, а через 5 с индикатор переключится обратно на красный мигающий. По соображениям безопасности запрещено летать вблизи аэропортов, автомобильных дорог, железнодорожных станций, железнодорожных линий, городских центров и в других специальных областях. Требуется летать так, чтобы коптер всегда был в поле зрения.

Предполетный контрольный список (Preflight Checklist)

1. Аккумулятор Пульты ДУ, аккумулятор коптера и мобильного устройства полностью заряжены.
2. Пропеллеры установлены правильно и надежно закреплены.
3. Микро-SD-карта вставлена в случае необходимости.
4. Подвес функционирует нормально.
5. Моторы могут свободно вращаться и нормально функционировать.
6. Приложение DJI Pilot имеет связь с коптером.
7. Убедитесь в том, что датчики системы обнаружения препятствий являются чистыми.

Калибровка компаса (Calibrating the Compass)

Требуется проводить калибровку компаса только тогда, когда приложение DJI GO или индикатор состояния предлагают оператору это сделать. Требуется соблюдать следующие правила при калибровке компаса:

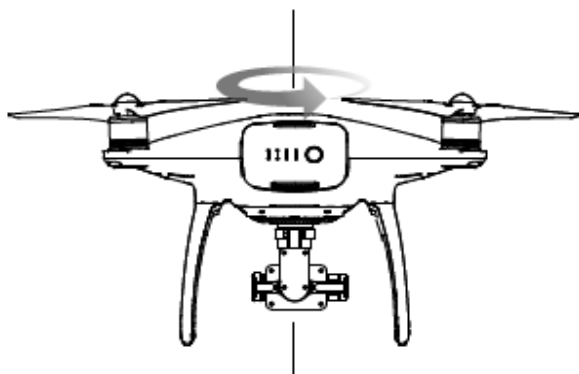
- НЕ калибруйте компас, где могут быть сильные магнитные помехи, такие как магниты, автостоянки и железные дороги;
- НЕ подносите к себе во время калибровки магнитные материалы, такие как ключи или сотовые телефоны;
- если после завершения калибровки компас продолжает выдавать ошибку, приложение DJI GO предложит вам решить эту проблему. Следуйте инструкциям и подсказкам, чтобы решить эту проблему компаса.

Процедура калибровки компаса

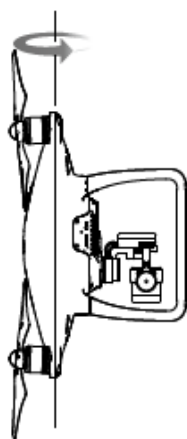
Выберите открытое пространство, чтобы выполнить следующие процедуры.

1. Убедитесь в том, что компас откалиброван. Если вы не откалибровали компас или если вы изменили свое место полетов с прошлой калибровки, нажмите Aircraft Status Bar в приложении DJI GO и выберите «Calibrate», а затем следуйте инструкциям на экране.

2. Удерживая коптер в руках, поверните его в горизонтальной плоскости на 360° , после чего индикатор состояния коптера должен загореться зеленым цветом.



3. Удерживая коптер вертикально носом, направленным вниз, поверните его на 360° вокруг центральной оси. Перекалибруйте компас, если индикатор состояния коптера загорелся красным цветом.



4. Перекалибруйте коптер, если индикатор состояния коптера мигает красным.

Если после калибровки индикатор состояния коптера мигает красным и желтым, переместите коптер на другое место, чтобы провести калибровку компаса заново.

Запрещается производить калибровку компаса рядом с металлическими предметами, такими как металлический мост, автомобили, строительные леса. Если после размещения коптера на земле Статус


индикатор коптера мигает попеременно красным и желтым, компас обнаружил магнитные помехи. Требуется изменить свое местоположение.

Проводить перекалибровку компаса требуется в следующих случаях:

- когда компас работает ненормально и индикатор состояния коптера мигает красным и желтым;
- при полете на новом месте или в месте, которое отличается от последнего полета;
- когда механическая структура Phantom 4 изменилась;
- при сильном дрейфе коптера, т.е. когда Phantom 4 не летает по прямой линии.


Автовзлет и автопосадка (Auto Take-off and Auto Landing)

Автовзлет используется, чтобы коптер взлетал автоматически, если индикатор состояния коптера мигает зеленым цветом. Следуйте инструкциям ниже, чтобы использовать автовзлет.

1. Запустите приложение DJI GO, перейдите на страницу «Camera».
2. Убедитесь, что коптер находится в режиме P-mode.
3. Проверьте коптер перед полетом, по всем пунктам предполетного контрольного списка.
4. Нажмите «» и убедитесь, что условия для полета безопасны. Передвиньте значок, чтобы взлететь.
5. Коптер взлетает и парит над землей на высоте примерно 1,2 м.

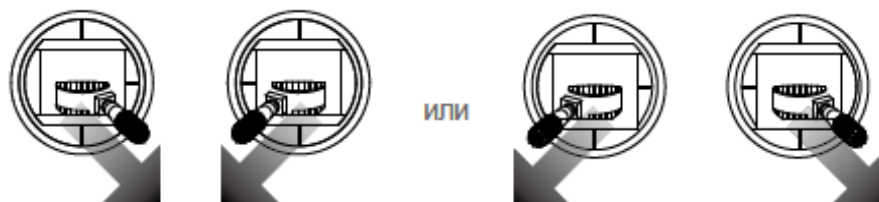
Индикатор состояния коптера быстро мигает, когда он использует для стабилизации систему визуального позиционирования. Коптер автоматически зависнет ниже 3 м. Перед использованием автоматического взлета рекомендуется подождать, пока сигналы GPS не станут приниматься достаточно уверенно.

Автопосадка используется, чтобы автоматически приземлить коптер, если индикатор состояния коптера мигает зеленым. Чтобы воспользоваться автопосадкой, следуйте инструкциям ниже.

1. Убедитесь, что коптер находится в режиме P-mode.
2. Проверьте место приземления, перед тем как нажать «» и совершить посадку. Затем следуйте инструкциям на экране.

Запуск / остановка моторов (Starting/Stopping the Motors)

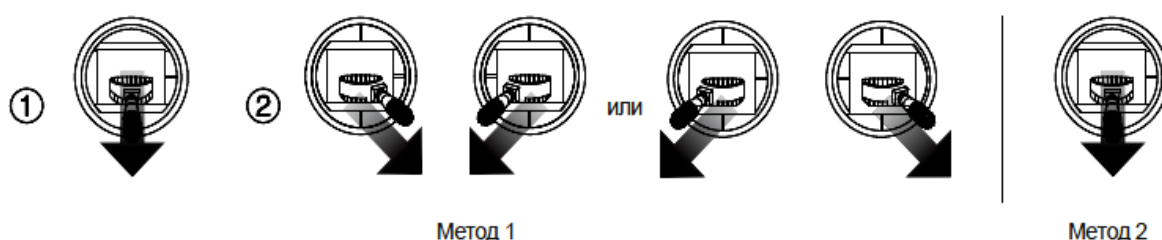
Для запуска моторов недостаточно просто нажать ручку газа вверх, требуется специальная комбинация ручек на пульте ДУ. Чтобы запустить моторы, переведите обе ручки вниз к центру или вниз и в разные стороны. После того, как моторы запустятся, одновременно отпустите обе ручки.



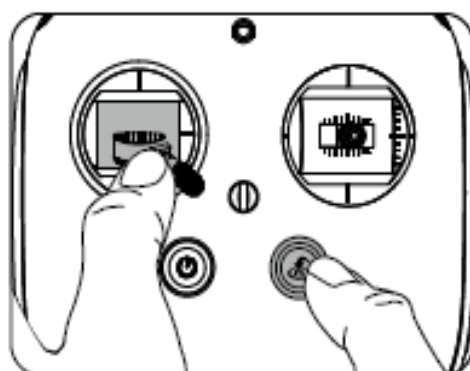
Есть два способа, как остановить моторы.

Метод 1. Когда коптер приземлился, переведите ручку Газа вниз, а затем переведите обе ручки вниз к центру (Combination Stick Command (CSC)). Моторы немедленно остановятся. Когда моторы остановятся, отпустите ручки.

Метод 2. Когда коптер приземлился, опустите и удерживайте ручку газа. Через три секунды моторы остановятся.



Остановка моторов в середине полета



Одновременно потяните левую ручку управления вниз к центру и нажмите кнопку RTH. Останавливать моторы в полёте нужно только в чрезвычайных ситуациях, когда это может уменьшить риск повреждения или травмы.

Лётные испытания (Flight Test)

Процедура взлета и посадки

1. Поместите коптер на открытой ровной площадке с индикатором батареи, обращенным к вам.
2. Включите пульт ДУ и ваше мобильное устройство, а затем Intelligent Flight Battery.
3. Запустите приложение DJI Pilot и перейдите на страницу «Camera».
4. Подождите, пока индикатор коптера не замигает зеленым цветом. Это означает, что точка «Дом» записалась и можно безопасно лететь. Если индикатор мигает желтым, это означает, что точка «Дом» не записалась и вы не должны взлететь.
5. Переведите медленно ручку газа вверх или используйте для взлета режим автовзлет.
6. Снимайте фото и видео с помощью приложения DJI Pilot.
7. Для приземления над ровной поверхностью осторожно потяните ручку газа вниз, коптер начнет спускаться.
8. После приземления выполните команду Combination Stick Command (CSC) или переведите ручку газа в нижнее положение на 3 с или более, пока моторы не остановятся.
9. Сначала выключите Intelligent Flight Battery, а затем пульт дистанционного управления.

Если во время полета индикатор состояния коптера замигает быстро желтым цветом, значит, коптер вошел в безопасный режим (Failsafe mode). Если во время полета индикатор состояния коптера замигал красным цветом медленно или быстро, он предупреждает о низком уровне заряда аккумулятора.

Важные замечания

1. Соблюдайте предполетный контрольный список перед каждым полетом.
2. Выберите нужный рабочий режим подвеса в приложении DJI Pilot.
3. Советуем вести фотовидеосъемку только в режиме P-mode.
4. Всегда летайте в хорошую погоду, например в солнечные или безветренные дни.
5. Для лучшего результата изменяйте настройки камеры, формат фотографий и компенсацию экспозиции.
6. Выполните испытательный полет для проверки маршрута и сцен съемки.
7. Передвигайте ручки пульта ДУ осторожно, чтобы сделать движения коптера стабильными и плавными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время множество компаний в разных странах мира производят беспилотные летательные аппараты (БПЛА), отличающиеся высокими функциональными и техническими возможностями. Развитая индустрия производства БПЛА позволяет приобрести специалистам нужные БПЛА для их использования в различных целях. В зависимости от функциональных и технических возможностей БПЛА активно используются для мониторинга участков местности, наблюдения за объектами, транспортировки грузов, проведения инженерно-геодезических изысканий и в другой деятельности. Однако многие сферы применения БПЛА (например инженерно-геодезические изыскания) не имеют конкретных рекомендаций (руководств по использованию), позволяющих регламентировать, унифицировать и стандартизировать процесс производства работ.

Настоящее учебное пособие устанавливает порядок осуществления инженерно-геодезических изысканий с применением спутникового геодезического оборудования совместно с аэрофотосъемкой БПЛА. Данные рекомендации были разработаны на основе практического опыта применения БПЛА при осуществлении инженерно-геодезических изысканий.

Технология совместного применения спутникового геодезического оборудования и БПЛА позволяет повысить количество и точность решения задач инженерных изысканий в более короткие сроки.

Инженерно-геодезические изыскания с применением спутникового геодезического оборудования совместно с аэрофотосъемкой БПЛА осуществляется дополнительно к обязательным составам данных видов работ, установленных законодательством Российской Федерации, в целях повышения их эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и дорожных устройств. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 декабря 2019 г. № 1425-ст. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с изменениями № 1,2). Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

3. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменениями N 1, 2). Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 266 и введен в действие с 01 июля 2013 г. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

4. Федеральный закон от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации» (ред. от 08.06.2020). Принят Государственной Думой 19.02.1997 г. Одобрен Советом Федерации 05.03.1997 г. – URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» (ред. от 03.02.2020) – URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27 июня 2011 №171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений». Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.07.2011 г. № 21481 – URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 января 2012 г. № 6 «Об утверждении Федеральных правил

«Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации». Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.03.2012 г. № 23577. – URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

8. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24 января 2013 года № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации». Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.05.2013 г. № 28488. – URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

9. ГОСТ Р 56122-2014 Беспилотные авиационные системы. Общие требования. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 сентября 2014 г. № 1130-ст. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

10. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 «Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов». Утверждена приказом руководителя Федеральной службы геодезии и картографии России от 11.06.2002 № 84-пр. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

11. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Принят и введен в действие с 01 января 1998 г. впервые. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

12. СП 47.13330.2010. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Принят и введен в действие с 1 ноября 1996 г. В качестве строительных норм Российской Федерации постановлением Минстроя России от 29 октября 1996 г. № 18-77. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

13. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Принят и введен в действие с 1 января 1998 г. впервые. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 19.10.2020).

14. Отчеты по инженерным изысканиям УралГИПРОДОРНИИ ОАО «ГИПРОДОРНИИ», а/д г. Ханты-Мансийск пос. Горноправдинск – г. Тюмень – г. Ханты-Мансийск. – Екатеринбург, 2002–2004.

15. Отчеты по инженерным изысканиям «Строительство автомобильной дороги пос. Пурпе – пос. Тарко-Сале – пос. Новозаполярьный – ГНПС-1 («Заполярье»). – Екатеринбург, 2012.

14. Отчеты по инженерным изысканиям УралГИПРОДОРНИИ ОАО «ГИПРОДОРНИИ», а/д г. Ивдель – г. Ханты-Мансийск на участке 620–740 км в составе автокоридора г. Пермь – г. Томск. – Екатеринбург, 2005–2006.

15. Отчеты по инженерным изысканиям УралГИПРОДОРНИИ ОАО «ГИПРОДОРНИИ», г. Пермь – г. Екатеринбург – а/д Подъезд к г. Екатеринбургу от а/д Урал, – Екатеринбург, 2007.

16. Чудинов С. А., Хроненко В. М. Использование беспилотных летательных аппаратов при геодезических работах // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: [Электронный ресурс]: матер. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 29,3 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 235–228.

17. Чудинов С. А., Верхоляк А. О. Классификация отечественных беспилотных летательных аппаратов для разработки ортофотопланов местности // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : [Электронный ресурс] : матер. XVI Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – С. 188–191.

18. Чудинов С. А., Миюц С. В. Особенности применения системы мобильного сканирования автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: [Электронный ресурс] : матер. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 201–203. – 29,3 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

19. Чудинов С. А., Яргин Д. М. Применение наземного лазерного сканирования в решении инженерно-геодезических задач // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: [Электронный ресурс] : матер. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 252–254. – 29,3 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

20. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог : монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарров, С. А. Чудинов и др. ; под ред. Д. Г. Неволина, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 291 с.

Учебное издание

Чудинов Сергей Александрович

ТЕХНОЛОГИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ISBN 978-5-94984-764-0



Редактор Е. Л. Михайлова
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 26.10.2020

Формат 60x84/16

Уч.-изд. л. 4,9 Усл. печ. л. 6,28

Тираж 300 экз. (1-й завод 35 экз.)

Заказ № 7009

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»

620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2.

Тел.: 8(343)362-91-16